This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

THE UNIVERSITY OF MICHIGAN · LIBRARIES ·

DIE

GEOMETRISCH-OPTISCHEN

TÄUSCHUNGEN

VON

WILHELM WUNDT,
ORD. MITGLIEDE DER KÖNIGL. SÄCHS. GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN.

MIT 65 TEXTFIGUREN.

QL
191
.W96

Das Manuscript eingeliefert am 25. October 1897.
Der Abdruck vollendet am 30. December 1897.

als Abnormitäten des Sehens zu betrachten, die durch irgend welch Irreleitungen des Urtheils entstanden, oder deren Ursachen auch ganz unbekannt seien[1]). Dazu mangelte es den Beobachtungen selbst an Zusammenhang. Wie die einzelnen Erscheinungen meist zufällig und unabhängig von einander von verschiedenen Beobachtern gefunden waren, so suchte man auch höchstens für einzelne Täuschungen irgend eine plausible Hypothese aufzufinden. An Versuchen, das ganze Gebiet systematisch unter theoretische Gesichtspunkte zu ordnen, fehlte es jedoch. Diesem Mangel hat nun die heutige physiologische Psychologie reichlich, fast könnte man sagen allzu reichlich, abgeholfen. Denn so werthvoll auch die Nachlese interessanter Beobachtungen ist, die wir namentlich F. C. MÜLLER-LYER[2]) verdanken, und so sehr die Arbeit von A. THIÉRY[3]) wegen des in ihr unternommenen Versuchs, bisher übersehene Beziehungen zwischen verschiedenen Täuschungen nachzuweisen, Beachtung verdient, so hat doch im ganzen die theoretische Discussion allmählich ein starkes Uebergewicht erlangt. Hierin verräth sich zweifellos eine wachsende Erkenntniss der Bedeutung, die diesen Erscheinungen für das Problem der Entstehung räumlicher Gesichtswahrnehmungen zukommt. Dabei ist aber freilich auch nicht zu verkennen, dass jene theoretischen Erörterungen zugleich von dem argen Zwiespalt der Meinungen, der auf psychologischem und psychophysiologischem Gebiete heute noch immer herrscht, ein nicht gerade erfreuliches Zeugniss ablegen. Aus diesem Grunde scheint es mir zweckmässig, auf eine kritische Prüfung der vorhandenen Theorien, abgesehen von einzelnen Fällen, wo besondere Umstände dazu herausfordern, bei der Untersuchung der verschiedenen Formen geometrisch-optischer Täuschungen zu verzichten, um lediglich an der Hand der Thatsachen selbst die Bedingungen zu ermitteln, von denen sie abhängen. Dieser so voraussetzungslos wie möglich geführten Untersuchung soll dann aber am Schlusse eine kurze kritische Uebersicht der hauptsächlichsten bisherigen Interpretationsversuche, so weit

1) Vgl. z. B. die Aeusserungen von AUBERT, Physiologie der Netzhaut, 1865, S. 267 ff.

2) DU BOIS-REYMOND's Archiv, 1889, Suppl. S. 263; Zeitschr. für Psychologie und Physiol. der Sinnesorgane, IX, 1896, S. 1, X, 1896, S. 421 ff.

3) Philosophische Studien, herausgeg. von W. WUNDT, XI, 1895, S. 307, 603, XII, 1896, S. 67 ff.

Wege stehen, die physiologischen Bedingungen als die primären vorauszusetzen.

Erwägt man, dass anatomische Structur und physiologische Function die psychischen Leistungen der Sinnesorgane überhaupt erst möglich machen, so wird man ohne weiteres die allgemeine Richtigkeit dieses Princips anerkennen. Der Annahme, dass dieselbe Abhängigkeit, die sich für die allgemeinsten Functionsverhältnisse bewährt, auch für die besonderen Eigenschaften und Richtungen der Functionen in gewissem Masse gültig sein werde, wird man daher von vornherein Wahrscheinlichkeit zugestehen müssen, wenn auch selbstverständlich dadurch die Untersuchung nicht der Pflicht enthoben wird, hierfür in jedem einzelnen Fall den empirischen Nachweis zu erbringen. Ebenso braucht kaum besonders bemerkt zu werden, dass sich dieses Verhältniss der physiologischen zu den psychologischen Factoren der Erscheinungen zunächst nur auf die Functionen des entwickelten Organismus bezieht, und dass daher die Annahme einer Rückwirkung der psychischen Leistungen auf die physische Organisation bei der ursprünglichen Entwicklung lebender Wesen dadurch nicht ausgeschlossen wird.

Die Anwendung der obigen Regeln gestaltet sich nun im allgemeinen so, dass die beiden ersten meist miteinander combinirt werden müssen, während die dritte insofern eine abweichende Stellung einnimmt, als sie eine bestimmte Classe von Täuschungen ausschliesslich beherrscht. Hierdurch bieten diese Täuschungen, die wir, weil sie stets in bestimmten perspectivischen Vorstellungen bestehen, die »umkehrbaren perspectivischen Täuschungen« nennen können, die günstigsten Chancen für die Auffindung gewisser Trugmotive dar. Ihre Analyse soll daher an den Anfang dieser Untersuchung gestellt werden.

§ 2. Umkehrbare perspectivische Täuschungen.

Die Classe der umkehrbaren Täuschungen überhaupt umfasst ausschliesslich Erscheinungen, bei denen in der Ebene gezeichnete Figuren zu perspectivischen Vorstellungen Anlass geben. Aus der Fülle der geometrisch-optischen Täuschungen, bei denen die perspectivische Projection eines Bildes, also die Tiefenvorstellung in

durch eine andere schief liegende schneiden, so wird nun eine solche schräge Gerade leicht perspectivisch gesehen, und zugleich bietet jedes der Bilder *A* und *B* den Fall einer umkehrbaren Täuschung: entweder wird der unten liegende Schenkel der schrägen Geraden nach vorn von der Ebene der Verticalen oder Horizontalen und der oben liegende Schenkel hinter dieser Ebene in den Raum sich erstreckend gesehen, oder es wird umgekehrt der obere Schenkel vorn und der untere hinten gesehen. Nicht selten wechselt während der Betrachtung die eine Vorstellung mit der andern.

Denselben Effect können auch zwei einander durchkreuzende schräge Linien, wie die in *C* gezeichneten, hervorbringen. Dabei erstreckt sich dann aber stets die perspectivische Vorstellung auf beide Linien zugleich: entweder erscheinen also die beiden unteren Schenkel in dem Raum vor dem Durchkreuzungspunkt, die beiden oberen in dem Raum hinter demselben, oder es liegen umgekehrt jene vorn und diese hinten. Doch treten in diesem Fall die beiden perspectivischen Vorstellungen etwas weniger leicht auf, als in den Fällen *A* und *B*, wo die Beziehung zu der immer in der Ebene der Zeichnung vorgestellten verticalen oder horizontalen Geraden eine sicherere Orientirung für die Tiefenprojection zu bieten scheint als die blosse Beziehung auf einen Punkt. Ueberdies ist in *C* die Projection insofern eine verwickeltere, als sie sich immer gleichzeitig auf zwei Gerade, also auf die ganze durch diese Geraden bestimmte Ebene, nicht bloss auf die Richtung einer einzigen geraden Linie bezieht. Mit dem ersten dieser Momente, mit der Orientirung nach einer in der Ebene der Zeichnung gedachten verticalen oder horizontalen Geraden oder mindestens nach einem in ihr gedachten Punkte, hängt es wohl auch zusammen, dass die Neigung zur perspectivischen Vorstellung noch geringer wird, wenn man bloss, wie in *D* und *E*, in irgend einer Richtung eine schräge Linie zieht. Immerhin kann auch diese noch perspectivisch gesehen werden, und auch hier bleibt die Täuschung eine umkehrbare: entweder erscheint das untere Ende der Linie dem Beschauer zugekehrt, das obere von ihm weggewandt; oder es kann das Umgekehrte eintreten. Allerdings ist in diesem Fall noch deutlicher als bei den Figuren *A*, *B* und *C*, in denen sie auch schon zu bemerken ist, die Tendenz vorwiegend, die nach unten gekehrten Theile der Linie als die dem Beschauer näher

stellung unweigerlich und eindeutig bestimmt, sind die Stellungen und Bewegungen des Auges. Fixirt man den unteren Endpunkt der schrägen Linie in Fig. *A* und *B*, oder bewegt man das Auge von diesem Endpunkt aus über die Linie hin, so erscheint dieser untere Endpunkt dem Beschauer zugekehrt; fixirt man umgekehrt den oberen Endpunkt der nämlichen Linie, oder verfolgt das Auge von ihm aus die Linie, so erscheint der obere Endpunkt nach vorn gekehrt. Aehnlich bei allen andern Figuren: jedesmal wird derjenige Theil einer schrägen geraden Linie als der dem Beschauer nähere gesehen, den das Auge von Anfang an fixirt, oder von dem aus es seine fixirende Verfolgung der Linie beginnt. Zugleich macht sich dabei übrigens als vorwaltende Neigung die geltend, eine im Raum schräg gezeichnete Gerade von unten nach oben, nicht von oben nach unten fixirend zu verfolgen. Hierdurch erklärt sich ohne weiteres die Thatsache, dass bei ungezwungener Betrachtung solcher Figuren unter den beiden perspectivischen Vorstellungen diejenige, bei der die nach unten gerichteten Schenkel der Schrägen dem Beschauer zugekehrt sind, am häufigsten vorkommen. Doch kann man jederzeit den entgegengesetzten Erfolg erzielen, wenn man absichtlich die entgegengesetzte Fixationsweise wählt; und ebenso macht es unsere willkürliche Beherrschung der Augenbewegungen leicht möglich, sowohl eine bestimmte Richtung der perspectivischen Vorstellung, wie eine bestimmte Umkehrung derselben willkürlich herbeizuführen. Niemals ist dies aber durch eine rein psychische Einwirkung auf die sogenannte Einbildungskraft oder durch eine bloss psychische Willensanstrengung ausführbar. Man mag z. B., wenn man bei der Fixation des unteren Endes der Schrägen dieses nach vorn gekehrt sieht, noch so sehr bemüht sein, das Erinnerungsbild der entgegengesetzten perspectivischen Vorstellung in das Bewusstsein zu rufen, so lange man nicht den Fixirpunkt und die Bewegung des Auges ändert, bleibt auch die Vorstellung ungeändert. Allerdings bemerkt man aber, dass jeder solche Versuch, einen Vorstellungswechsel herbeizuführen, sich sehr leicht unwillkürlich mit der entsprechenden Aenderung der Fixationsweise verbindet, welche letztere dann sofort von der zugehörigen Vorstellungsänderung gefolgt ist. Dieser Umstand mag wohl jene Annahme einer directen Einwirkung der Einbildungskraft oder des Willens auf die Vorstellungen veranlasst haben. Bei dieser Annahme

hat man aber offenbar eine entferntere psychologische Bedingung mit der directen physiologischen Ursache der Erscheinung verwechselt.

Eine naheliegende Modification der in Fig. 1 zu beobachtenden Richtungstäuschungen bietet die umkehrbare körperliche Täuschung der Fig. 2 dar. Entweder kann man, und dies ist das gewöhnliche, die Kante *be* convex, dem Beschauer zugekehrt sehen; oder diese Kante kann concav erscheinen, sodass die Linien *ad* und *cf*, die im vorigen Fall ferner als *be* waren, nun dem Beschauer näher liegen. Auch hier lässt sich leicht bestätigen, dass der Vorstellungswechsel unmittelbar nur von den Vorstellungen und Bewegungen des Auges abhängt. Fixirt man starr irgend einen Punkt der Linie *be*, oder bewegt man das Auge fixirend in einer der Richtungen *bc* oder *ba*, *ef* oder *ed*, so erscheint die Kante convex. Fixirt man dagegen irgend einen Punkt der Linien *ad* oder *cf*, oder bewegt man das Auge in einer der Richtungen *cb*, *ab*, *fe*, *de*, so erscheint die Kante concav. In beiden Fällen ist man in Folge der perspectivischen Auffassung der schrägen Linien geneigt, die beiden Parallelogramme *abdc* und *bcef* als Rechtecke anzusehen, ähnlich wie man schon in Fig. 1 geneigt ist, die Winkel, unter denen in *A*, *B* und *C* die Schrägen sich schneiden, als perspectivische Projectionen rechter Winkel aufzufassen.

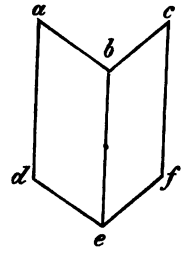

Fig. 2.

In Versuchen, die J. Loeb[1]) mit der Fig. 2 ausgeführt hat, ist dieser Beobachter bereits zu dem Ergebnisse gelangt, dass die Form der perspectivischen Täuschung und ihre Umkehrung keineswegs bloss zufällige oder auf rein psychologischen Motiven beruhende Erscheinungen seien. Er fand nämlich, dass die Zeichnung in der Regel convex erschien, dass sie sich aber in das concave Bild verwandelte, wenn sie mit zunehmender Geschwindigkeit vom Beobachter entfernt wurde, während die Umkehrung in das convexe Bild wiederum eintrat, wenn sie ebenso dem Beschauer genähert wurde. Die nämlichen Effecte entstanden, wenn man eine Bleistiftspitze zwischen dem Beobachter und der Zeichnung bewegte: die Bewegung der

1) J. Loeb, Ueber die optische Inversion ebener Linearzeichnungen bei einäugiger Betrachtung. Pflüger's Archiv, XL, 1887, S. 274 ff.

Spitze vom Auge zur Zeichnung liess diese concav, die Bewegung von der Zeichnung zum Auge liess sie convex erscheinen. Diese Beobachtungen, die leicht zu bestätigen sind, ordnen sich ohne weiteres dem an den Zeichnungen der Fig. 1 nachgewiesenen Einfluss der Bewegungen des Auges unter. Entfernt man, wenn etwa zunächst die Kante *be* fixirt wurde, die Fig. 2 zureichend schnell von dem Beschauer, so wird dadurch das Auge zu einer Bewegung in den Richtungen *ab* oder *cb* genöthigt: solche Bewegungen lassen aber, wie wir gesehen haben, *b* ferner erscheinen als *a* und *c*. Rückt man dagegen die Zeichnung näher an das Auge, so wird nun dieses zur umgekehrten Verfolgung der Fixationslinien in Richtungen wie *ba*, *bc* gezwungen, sodass jetzt *b* näher als *a* und *c*, die Kante *be* also convex erscheint. Den Beweis, dass dabei nicht die Bewegung der Zeichnung als solche, sondern nur ihr Einfluss auf die Bewegung des Auges wirksam ist, liefert eigentlich schon der Versuch mit der Bleistiftspitze. Die Bewegungen dieser Spitze lenken unmittelbar die Augenbewegungen in dem jedesmal die Richtung der Inversion bestimmenden Sinne. Wenn die Spitze von der Linie *be* weg dem Beobachter genähert wird, so muss sich dabei das Auge in einer der Richtungen *ba* oder *bc* bewegen; und umgekehrt, wenn sie der Zeichnung so genähert wird, dass sie schliesslich mit *be* zusammenfällt, so muss das Auge Richtungen wie *ab* oder *cb* einschlagen. Jenes ist aber die zur Entstehung eines convexen, dieses die zur Entstehung eines concaven Reliefs erforderliche Augenbewegung. Damit, dass diese Bewegungen der Zeichnung selbst oder eines zwischen ihr und dem Auge befindlichen Fixationsobjectes nur als Hülfsmittel für die Erzeugung der entsprechenden Augenbewegungen wirksam sind, stimmt dann zugleich die Thatsache überein, die auch LOEB beobachtete: dass nämlich die Inversionen der Figur nicht mehr eintreten, wenn die Geschwindigkeit der Bewegungen unter eine gewisse Grenze sinkt. Bei allzu langsamer Bewegung hält das Auge den in der Zeichnung gewählten Fixationspunkt fest, und indem so die Bewegungen längs der Conturen der Zeichnung hinwegfallen, verschwindet auch der directe Anlass zur Inversion. Von der Richtigkeit dieser Interpretation kann man sich überzeugen, wenn man sich durch allmähliche Steigerung der Geschwindigkeit der Bewegungen darauf einübt, einen und denselben Fixationspunkt in der Zeichnung auch bei

Eine unerhebliche Modification der vorigen ist die in Fig. 3 zu beobachtende umkehrbare Täuschung. Die Figur wird in der Regel sofort als Tetraëder gesehen. Sie kann aber in doppelter Weise zum Beschauer orientirt erscheinen. Entweder, und das ist das gewöhnliche, ist die Kante *db* diesem zugekehrt; oder es sind *ac*, *ad* und *dc* die dem Auge zunächst liegenden Kanten, während *bd* von ihm abgekehrt ist. Beide perspectivische Vorstellungen führen zugleich zwei weitere Erscheinungen mit sich: erstens erscheint die Figur durchsichtig, da im ersten Fall die Kante *ac*, im zweiten die Kante *bd* durch die dem Beschauer zugekehrten Theile des Tetraëders hindurch gesehen wird; und zweitens erscheint das ganze Tetraëder mit seiner Verticalaxe jedesmal in verschiedener Weise zum Beobachter orientirt: im ersten Fall ist es diesem mit seiner Spitze zugekehrt, im zweiten ist es von ihm abgewandt. Wenn die Umkehrung der Vorstellung eintritt, so erfolgt daher jedesmal eine entsprechende Drehung der Figur. Diese Vorstellungen der Durchsichtigkeit und der verschiedenen Orientirung sind demnach erst Wirkungen der vorher erwähnten primären perspectivischen Momente, nämlich des Lageverhältnisses von *db* und *ac* zum Beobachter. Gleichwohl besitzen sie den nämlichen Charakter unmittelbarer Anschaulichkeit. Auch in diesem Fall ist nun die Inversion, ganz so wie bei den Figuren 1 und 2, von den Stellungen und Bewegungen des Auges abhängig. Fixirt man irgend einen Punkt der Kante *bd*, oder bewegt man das Auge in einer der Richtungen *ba* oder *bc*, so entsteht die erste Form der perspectivischen Vorstellung: *db* ist dem Beschauer zugewandt; fixirt man dagegen irgend einen Punkt der Linie *ac* oder auch einen solchen von *ad* oder *dc*, oder bewegt man das Auge in den Richtungen *ab* oder *cb*, so tritt die Inversion ein. Ebenso haben Bewegungen der Zeichnung selbst oder eines zwischen ihr und dem Beschauer befindlichen Fixationsobjectes die nämliche Wirkung wie vorhin.

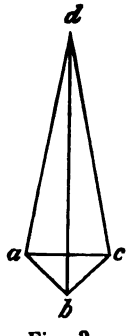

Fig. 3.

Lediglich als eine Häufung der in den Figuren 2 und 3 zur Geltung kommenden perspectivischen Motive erscheint nun diejenige Figur, die als einer der frühesten beobachteten Fälle umkehrbarer Täuschungen Aufsehen erregt hat: das SCHROEDER'sche

diesem Vorzug des schwarzen Grundes werden wir daher auch in den folgenden Theilen dieser Untersuchung, wo es wünschenswerth scheint, Gebrauch machen.

Bei allen bis dahin behandelten umkehrbaren Täuschungen haben wir sowohl bestimmte Stellungen des Auges wie bestimmte Bewegungen desselben, namentlich solche entlang den in einer Figur angegebenen Fixationslinien, zur Erzeugung einer bestimmten Form perspectivischer Vorstellung wirksam gefunden. Dabei ist das Verhältniss der ruhenden Stellung und der Bewegung zu einander in der Regel dies, dass schon eine bestimmte Fixationsstellung, wenn sie sogleich bei der ersten Betrachtung einer Figur eingenommen wird, einen gewissen plastischen Effect begünstigt, dass aber dieser bedeutend erhöht wird, wenn nun jene Fixirstellung in die entsprechende Bewegung übergeht. So erzeugt z. B. die primäre Fixation der Ecke *N* in Fig. 5 die Vorstellung, dass *N* dem Beschauer zugekehrt sei, und die Bewegung entlang den Fixationslinien *NK* und *NO* verstärkt diese Vorstellung. Sobald dagegen bei dieser Bewegung der Blick plötzlich auf *P* abschweift, um dann den Linien *PO* und *PK* entlang zu laufen, so tritt auch sofort die Inversion ein.

Unter gewissen Bedingungen kann es nun aber geschehen, dass diese in der Regel in gleicher Richtung wirksamen Momente der ruhenden Fixation und einer an diese sich anschliessenden Blickbewegung die Tendenz zur Erzeugung entgegengesetzter Reliefvorstellungen in sich tragen. Dies geschieht nämlich naturgemäss dann, wenn die Bewegung das Auge nothwendig in eine zweite Fixirstellung überführt, welche die entgegengesetzte perspectivische Wirkung ausübt. In diesem Falle ist eine bestimmte Form der Perspective ausschliesslich an eine bestimmte Fixirstellung des Auges gebunden, und eine etwa an diese sich anschliessende Bewegung verstärkt nicht den Effect, wie in den vorigen Fällen, sondern hebt ihn auf, um ihn durch eine Inversion in den entgegengesetzten überzuführen. Ein augenfälliges Beispiel dieser Art bietet die zusammengehörige Reihe der Figuren 6, 7 und 8. Fixirt man in Fig. 6, wie es der Pfeil andeutet, die obere Fläche der Figur etwa in ihrer Mitte, so sieht man ein körperliches Prisma, das seine mittlere Kante

angegebenen Flächen und Linien wegführt, das Relief umzukehren[1]).

Aehnliche Wirkungen einer streng festgehaltenen Fixation lassen sich übrigens noch an andern, sonst vorwiegend unter dem Einfluss der Bewegungen veränderlichen Figuren beobachten. So lässt die Fig. 3 (S. 66) neben der Vorstellung eines Tetraëders, dessen Kante *db* convex oder concav ist, noch eine dritte und vierte Auffassung zu. Es kann nämlich auch als eine aus zwei Dreiecksflächen *adc* und *abc* gebildete Figur gesehen werden, die in einem räumlichen Winkel zusammenstossen, wobei dieser Winkel *ac* entweder concav gegen den Beschauer, also die Fläche *acb* ihm zugekehrt, oder convex gegen ihn, die Fläche *acb* also von ihm abgekehrt ist. Jede dieser beiden perspectivischen Vorstellungen kann man aber nur durch starre Fixation erzeugen, und zwar muss man den Punkt *b* fixiren, um *acb* dem Beschauer zugekehrt, und dagegen einen Punkt der Linie *ac*, am besten den Durchschnittspunkt derselben mit *ab*, um *acb* weggekehrt vom Beschauer zu sehen. Auch ist es schwierig eine dieser Vorstellungen festzuhalten, weil, sobald eine Augenbewegung längs einer der Fixationslinien eintritt, auch die der Richtung dieser Bewegung entsprechende Tetraëderform wieder erscheint. Ebenso lässt die Fig. 5 (S. 68) ausser den beiden Würfelvorstellungen noch eine dritte und vierte Vorstellung zu, die ebenfalls Umkehrungen zu einander, aber ausserdem an starre Fixation in bestimmten Stellungen gebunden und darum schwierig festzuhalten sind. Fixirt man nämlich die Fig. 5 starr in einem zwischen den Linien *PL* und *NR*, wo möglich gleich weit von beiden gelegenen imaginären Punkte, so sieht man sowohl *NR* wie *PL* convex. Die Figur erscheint also nun nicht als ein Würfel, sondern als eine Combination von zwei dachähnlichen Formen, die sich durchkreuzen. Diese Vorstellung springt aber sofort in einen der beiden Würfel über, sobald man eine Augenbewegung ausführt. Noch schwieriger ist das zweite die Würfelform beseitigende, zum vorigen umgekehrte Relief festzuhalten. Zu diesem Zweck muss man entweder einen in dem Raum zwischen *NR* und *OQ* oder einen zwischen *PL* und *KM* gelegenen

---

1) Die Figuren 6, 7 und 8 sind schon von A. THIÉRY (Philos. Stud. XI, S. 319 f.), aber in etwas anderer Weise, als hier geschehen ist, erörtert worden.

stellungen auf; verfährt man ebenso mit dem Bogen *S* oder *R*, so erfolgt ebenso unausbleiblich die zweite, ganz im Einklang mit der oben für den Einfluss der Fixationen und der Augenbewegungen aufgestellten allgemeinen Regel. Durch starre Fixation gewisser Theile der Figur kann man aber noch zwei andere, davon ganz verschiedene perspectivische Vorstellungen wachrufen. Fixirt man nämlich einen imaginären Punkt zwischen *B* und *S* oder auch einen solchen zwischen *A* und *R*, so kann die Vorstellung entstehen, *R* und *B*, *A* und *S* seien zusammengehörige Begrenzungen, das Ganze also sei ein gegen den Beschauer stark sich verbreiternder, von ihm weg aber perspectivisch sich gewaltig verschmälernder Ring. Fixirt man dagegen einen zwischen *A* und *S* liegenden imaginären Punkt, so kann sich die Vorstellung eines Ringes von der umgekehrten Beschaffenheit bilden, der nach vorn sehr schmal ist, vom Beschauer weg aber sehr breit wird. Die zweite Vorstellung entsteht jedoch etwas schwerer als die vorige, vermuthlich weil diese in der aus der Wahrnehmung geläufigen Abnahme des Gesichtswinkels mit der Entfernung eine gewisse Unterstützung findet, während die zweite Vorstellung im geraden Gegensatze zu diesem perspectivischen Gesetz gebildet werden muss. An ihrer Stelle schiebt sich daher bei der angegebenen Fixationsweise leicht eine fünfte mögliche Vorstellung ein: man sieht die Figur als ein durchweg solides Gebilde, also als die Darstellung einer Biconvexlinse an, die an ihrem dem Beschauer zugekehrten Rande allmählich sich verjüngend zugeschliffen ist.

Zu den umkehrbaren Täuschungen im weiteren Sinne gehören schliesslich noch die von verschiedenen Beobachtern beschriebenen Umkehrungen des Reliefs von Medaillen und Münzen. Sie beruhen jedoch zumeist auf Aenderungen der Beleuchtung und Beschattung, also auf perspectivischen Momenten, die zu den in den blossen Conturen der Objecte gelegenen Motiven hinzutreten, wie dies OPPEL durch die Versuche mit seinem »Anaglyptoskop« gezeigt hat[1]). Dennoch können auch bei Conturenzeichnungen von Münzen und Medaillen die in Fig. 9 dargelegten Wirkungen der Fixation hervortreten. Die Conturenzeichnung eines Kopfes ist an und für sich zweideutig:

1) OPPEL, Poggendorff's Annalen, XCIX, S. 466.

Sind es nun aber auch unmittelbar stets nur die erwähnten physiologischen Momente der Fixation und der Bewegung des Auges, auf welche die verschiedenen Formen umkehrbarer Täuschungen zurückführen, so wird doch dadurch die mittelbare Wirksamkeit psychologischer Motive nicht ausgeschlossen. Die genannten physiologischen Bedingungen führen selbst in doppeltem Sinne auf solche zurück. Erstens lässt sich fragen, durch welche Motive wir etwa veranlasst werden, eine bestimmte Zeichnung bald so bald so zu fixiren oder mit dem Blick zu durchlaufen und auf diese Weise eine bestimmte Art perspectivischer Täuschung oder ihre Umkehrung hervorzubringen. Zweitens aber und vor allem bleibt zu untersuchen, wie denn eine bestimmte Art der Fixation oder der Bewegung des Blicks gerade eine bestimmte Art perspectivischer Vorstellung und keine andere hervorbringt.

Die erste dieser Fragen lässt sich selbstverständlich nicht in allgemeingültiger Weise beantworten. Namentlich die Art, wie wir mittelst einer bestimmten Blickbewegung eine Figur durchwandern, wird in sehr vielen Fällen rein »zufällig«, d. h. von unberechenbaren Bedingungen abhängig sein, die zu dem gesehenen Gegenstand in gar keiner directen Beziehung stehen. Wenn wir absichtlich eine bestimmte Art der Auffassung bevorzugen, wie z. B. bei den beschriebenen eigens auf die Bedingungen der umkehrbaren Täuschungen gerichteten Versuchen, oder wenn wir die Wirkungen einer starren Fixation ermitteln, wie sie anderswo als bei physiologischen Versuchen überhaupt nicht vorzukommen pflegt, dann kann man allerdings sagen, dass die wirksam werdenden Stellungen und Bewegungen des Auges vom »Willen« abhängig seien. Nun ist aber dieser »Wille« hier so wenig wie anderwärts ein abstractes Vermögen, das als ein räthselhafter Deus ex machina unsere Bewegungen regiert, sondern eine Verbindung concreter Empfindungs- und Gefühlsvorgänge, die mit den eintretenden Bewegungen selbst ein einziges zusammenhängendes Geschehen bilden. Zugleich enthält dieser Wille zu einer bestimmten Fixation oder Bewegung an sich durchaus nichts von der aus der letzteren resultirenden Vorstellung. Ohne die entsprechende Augenbewegung vermag er daher auch nicht im geringsten jene Vorstellung hervorzubringen; noch vermag er sich der Augenbewegung irgendwie als eines Hülfsmittels im

Dienste einer zuvor schon vorhandenen Vorstellung zu bedienen. Vielmehr können wir immer nur unserm Auge willkürlich eine bestimmte Stellung geben oder es in einer bestimmten Richtung bewegen; die von dieser Stellung und Bewegung abhängige perspectivische Vorstellung tritt aber gerade so unwillkürlich ein, als wenn jene Stellungen und Bewegungen ganz zufällig erfolgt wären; und die Bewegungen und Fixationsstellungen des Auges bilden integrirende Bestandtheile der perspectivischen Vorstellungen selbst, so dass diese immer erst mit jenen eintreten.

Dies führt uns auf die Rolle, die der sogenannten »Einbildungskraft« als der primären Ursache perspectivischer Täuschungen angewiesen wird. Man stellt sich dabei vor, zunächst werde in dem Bewusstsein ein Bild desjenigen Reliefs erzeugt, in welchem man das Object sehen wolle, und nun erst werde dieses nach jener zuvor erfassten Phantasievorstellung gedeutet. Diese Interpretation ist aber nichts als eine willkürliche, aus dem vorgefassten Begriff der Einbildungskraft als eines Vermögens, beliebige Phantasievorstellungen hervorzubringen, entstandene Construction. Dass eine solche Phantasievorstellung in diesem Fall der Wahrnehmung vorausgehe, und dass sie überhaupt gesondert von dieser existire, ist eine vollkommen leere, der Beobachtung direct widerstreitende Fiction. Wenn irgend welche psychologische Motive, welche die Tendenz mit sich führen ein Relief von bestimmter Form zu sehen, der wirklichen, an den vorhandenen Eindruck gebundenen Anschauung dieses Reliefs vorausgehen sollten, so bestehen diese Motive jedenfalls nicht in Vorstellungen, sondern sie sind höchstens in der Form jener Wirkungen auf die Stellungen und Bewegungen des Auges wahrzunehmen, die regelmässige Bestandtheile dessen bilden, was wir die »willkürliche Beherrschung« der Augenbewegungen zu nennen pflegen. Bestimmte perspectivische Vorstellungen treten aber immer erst in Folge jener Bewegungen, also, da diese an die dargebotenen Figuren gebunden sind, überhaupt nur in der Form unmittelbarer Anschauungen der gesehenen Objecte auf.

Hiermit sind wir auch bereits der zweiten der oben aufgeworfenen Fragen näher getreten. Wie lässt sich die Regel der Abhängigkeit der Perspective und ihrer Umkehrung von den Stellungen und Bewegungen des Auges erklären, jene Regel, nach der das starr

fixirte Object und das, von welchem die Bewegung ausgeht, näher, das nicht fixirte oder das, nach welchem hin die Bewegung gerichtet ist, ferner erscheinen? Der Grund dieser Regel kann natürlich nur ein psychologischer sein, oder, wie wir es vielleicht vorsichtiger ausdrücken, er kann nach dem Stand unserer Kenntniss der psychophysischen Zusammenhänge nur auf der psychischen Seite des Geschehens gesucht werden, da die in ihr angegebene Wirkung, die Vorstellungsveränderung, uns unmittelbar nur als ein psychologisches Factum gegeben ist. Eine Figur mit umkehrbarem Relief erzeugt, welche Art der perspectivischen Deutung auch eintreten möge, psychologisch immer das nämliche Netzhautbild; die Stellungen und Bewegungen des Auges aber längs der Conturen dieses Bildes können zwar verschiedene sein, doch diese Bewegungen selbst sind noch nicht räumliche Vorstellungen, sondern sie können höchstens als Momente betrachtet werden, die bestimmte Vorstellungen oder, wie wir es ohne Zweifel treffender bezeichnen, bestimmte Elemente früher gehabter räumlicher Vorstellungen in das Bewusstsein rufen. In der That ist es offenbar eine nicht unwahrscheinliche Annahme, dass eine Augenbewegung, die wir in einer bestimmten Weise ausführen, oder eine Augenstellung von bestimmter Richtung die Tendenz in sich tragen werden, Bruchstücke solcher früherer Vorstellungen in uns zu erwecken, bei denen die nämlichen Bewegungen und Stellungen des Auges stattgefunden hatten. In Wahrheit sind ja die letzteren ebenso gut Bestandtheile einer einzelnen Wahrnehmung, wie die Theile des zugehörigen Netzhautbildes. Jene Regel der Erweckung von Vorstellungen durch bestimmt gerichtete Bewegungen und Stellungen des Auges ordnet sich also damit der allgemeineren Regel unter, dass Eindrücke, die in früheren Vorstellungen als Bestandtheile enthalten waren, diese früheren Vorstellungen wiederzuerwecken streben.

Freilich muss man sich aber bei der Anwendung dieser allgemeinen Regel vor jener rohen und aller Beobachtung widerstreitenden Annahme hüten, die aus dem fingirten Begriff der sogenannten »Einbildungskraft« entsprungen ist: vor der Annahme nämlich, dass eine gewisse Anzahl von Vorstellungen, die einem gegebenen Wahrnehmungsinhalt irgendwie verwandt oder ähnlich sind, fix und fertig in uns bereit liege, derart dass nun, wenn die

Gelegenheit günstig ist, nur je eine dieser vorräthigen Vorstellungen, und, sobald eine andere Chance eintritt, eine andere sich des vorhandenen Eindrucks bemächtige. Einer solchen Annahme widerstreiten schon die beiden in der subjectiven Beobachtung leicht zu bestätigenden Thatsachen, dass erstens von unsern »Erinnerungsbildern«, die sich auf einen und denselben ursprünglichen Gegenstand beziehen, eigentlich keines dem andern gleicht, sondern das eine aus diesen, das andere aus jenen Bestandtheilen der ursprünglichen Wahrnehmung, und noch dazu meist untermischt mit Elementen, die in der Wahrnehmung selbst gar nicht vorhanden waren, bestehen; und dass zweitens überhaupt das was man ein »Erinnerungsbild« nennt durchaus keine feste oder irgendwie vollständige Vorstellung, sondern ein flüchtiger und veränderlicher Complex von undeutlichen Fragmenten früherer Wahrnehmungen zu sein pflegt. Ueberdies ist die Wahrscheinlichkeit offenbar ausserordentlich gering, dass man etwa ein Object wie die Schroeder'sche Treppe (Fig. 4) oder den Necker'schen Würfel (Fig. 5) oder gar eine der möglichen Deutungen der Fig. 9 genau in der Form, in der diese Objecte in einer concreten Zeichnung dem Auge dargeboten werden, jemals in der Wirklichkeit früher gesehen habe. Es können also nicht fertige Vorstellungen, sondern höchstens Fragmente gewisser Vorstellungen oder noch wahrscheinlicher Anlagen zu solchen Partialvorstellungen sein, die in dem Augenblick in uns wirksam werden, wo eine bestimmte Stellung oder Bewegung des Auges eine ganz bestimmte plastische Anschauung in uns wachruft.

Aus diesen durch die elementaren Thatsachen der sogenannten »Vorstellungsassociation« nahe gelegten Voraussetzungen erklären sich nun die Erscheinungen der umkehrbaren Täuschungen offenbar ohne Schwierigkeit; ja man kann sagen, diese Täuschungen selbst bilden eines der wirksamsten Mittel zur experimentellen Nachweisung jener Associationen zwischen unmittelbaren Sinneseindrücken und Elementen früherer Wahrnehmungen, die wir zweckmässig als »Assimilationen« bezeichnen können[1]). Ebenso bestätigen diese Erscheinungen die auch aus andern Erfahrungen zu folgernde Thatsache, dass es kein Wahrnehmungsbild gibt, in das nicht Elemente mannigfacher Er-

1) Vgl. über diese im allgemeinen meine Physiol. Psychologie[4], II, S. 439 ff.

innerungsbilder von verwandter Beschaffenheit ohne unser Wissen und Wollen als constituirende Bestandtheile mit eingehen, daher sie in der gewöhnlichen Erfahrung unmittelbar dem Wahrnehmungsinhalte selbst zugerechnet werden.

Dies vorausgesetzt bietet dann aber auch die specielle Regel, dass bei allen umkehrbaren Täuschungen jedesmal der fixirte Theil des Objectes sowie derjenige, von dem die Bewegung ausgeht, als der dem Beschauer nähere erscheint, der Erklärung keine Schwierigkeiten. Vielmehr bildet diese Regel lediglich einen Beleg für die allgemein sich bestätigende Wirksamkeit der geläufigsten Vorstellungselemente. Die dem Beschauer nächstliegenden Theile eines körperlichen Gegenstandes sind in der weitaus überwiegenden Zahl der Fälle diejenigen, die zuerst vom Auge fixirt werden, und von denen dann die den Conturen entlang laufenden Augenbewegungen ausgehen. Bei starrer Fixation muss daher der fixirte Theil, und bei Bewegungen der Blicklinie muss der Theil, von dem die Bewegung ausgeht, erhaben erscheinen. Daneben macht sich dann noch ein anderes Moment gewohnheitsmässiger Association geltend. Die regelmässige Ruhestellung des Auges ist die mit abwärts gerichteter Blicklinie, der grösseren Häufigkeit nahe liegender Fixationsobjecte entsprechend, eine Beziehung, in der zugleich die Bedeutung der individuell etwas variabeln, stets aber nach abwärts gerichteten Primärstellung der Blicklinien für die Bewegungsgesetze des Auges begründet ist. Von der Primärstellung oder einer ihr nahe kommenden abwärts gerichteten Augenstellung aus verfolgen wir die Fixationslinien der Objecte in der überwiegenden Zahl der Fälle mit nach aufwärts gerichteten Blickbewegungen. Darum sehen wir in Zeichnungen wie *A*, *B* und *C* Fig. 1 (S. 59), wenn nicht besondere Motive zu abgeänderten Augenbewegungen eintreten, vorzugsweise die abwärts gerichteten Schenkel der schrägen Linien dem Beschauer zugekehrt; ähnlich in den Figuren 2 und 3 (S. 63 und 66) die Kanten *be* und *db*, in dem Würfel Fig. 5 (S. 68) die Kante *NR*. Aus dem gleichen Grunde sehen wir endlich die Fig. 4 (S. 67) mit Vorliebe als Treppe, u. s. w. In allen diesen Fällen ist es aber, wie oben gezeigt wurde, nicht unmittelbar die grössere Geläufigkeit der Vorstellungen, die das gewöhnlich gesehene Relief erzeugt, sondern direct ist dabei stets nur die grössere Geläufigkeit der entsprechenden

Sie sollen deshalb unter der Bezeichnung »Associationstäuschungen« zusammengefasst werden.

§ 3. Variable Streckentäuschungen.

Zieht man zwei gerade Linien *A* und *B* (Fig. 10) von genau gleicher Grösse in beliebiger, aber übereinstimmender Richtung, und theilt man die eine Linie *B* durch mehrere Theilstriche in eine Anzahl kleinerer Theile, während *A* uneingetheilt bleibt, so erscheint *B* grösser als *A*. Damit verbindet sich zugleich mehr oder weniger deutlich die perspectivische Nebenvorstellung, dass *A* dem Beschauer näher, *B* in grösserer Entfernung von ihm liege. Einen ähnlichen Unterschied nimmt man wahr, wenn man, wie in Fig. 11, eine ausgezogene gerade Linie *b* und eine blosse Punktdistanz *a* mit einander vergleicht: die ausgezogene Linie erscheint in diesem Falle grösser, und auch hier ist man geneigt, die kleinere der beiden objectiv gleichen

Fig. 10.

Fig. 11.

Strecken für die nähere zu halten. Diese Täuschungen, die sich ebenso bei eingetheilten und nicht eingetheilten Flächenräumen wiederholen, sind vermuthlich den Zeichnern und Malern längst bekannt. Als eine Classe »geometrisch-optischer Täuschungen« sind sie zuerst von OPPEL[1]) hervorgehoben worden. Der perspectivische Effect blieb dabei freilich unbeachtet.

Da sich in den obigen Beispielen zwei Täuschungen, eine Grössentäuschung und eine perspectivische Täuschung, verbinden, so entsteht zunächst die Vermuthung, dass die eine dieser Täuschungen durch die andere verursacht sei. Eine solche Abhängigkeit kann aber möglicher Weise in doppeltem Sinne stattfinden. Entweder ist

1) Jahresber. des physikal. Vereins zu Frankfurt a. M. 1860—61, S. 35.

von denen diese Umkehrung der Erscheinungen bei bloss einmaliger Theilung abhängt. Während man nämlich an den in Fig. 10 und 11 dargestellten Täuschungen deutlich wahrnimmt, wie sich das Auge bei dem Versuch einer genaueren Vergleichung über jede der verglichenen Linien hinbewegt, trifft das bei den Linien in Fig. 14 nur bei der ungetheilten Linie *b* zu; bei *a* aber ist man geneigt, den mittleren Theilungspunkt zu fixiren und dann die ganze Linie bei ruhendem Auge aufzufassen. Mit diesem Einfluss der Bewegungen des Auges stimmt es denn auch überein, dass die Täuschungen in Fig. 10 und 11 durch Bewegungen des Auges vergrössert, durch starre Fixation aber verkleinert werden.

Eine andere Grössentäuschung, die ebenfalls mannigfache Variationen zulässt, und die in ganz analogem Sinne wie die Grössentäuschung eingetheilter und nicht eingetheilter Figuren mit perspectivischen Nebenvorstellungen verbunden zu sein pflegt, bietet das von MÜLLER-LYER entdeckte, in Fig. 16 abgebildete Object dar[1]). Die beiden verticalen Geraden sind von gleicher Grösse; die Linie *B*, deren schräge Ansatzstücke sich der Richtung der Verticalen selbst nähern, erscheint aber viel grösser als die Linie *A*, bei der diese Ansatzstücke die umgekehrte Richtung haben. Belehrende Modificationen des Objectes sind die Figuren 17 und 18. Bei der ersteren ist die Täuschung zwar in etwas vermindertem Grade, aber doch deutlich vorhanden, obgleich sich die Ansatzstücke von übereinstimmender oder entgegengesetzter Richtung nicht direct an die Linien selbst, sondern an wagrechte Verbindungslinien anschliessen. In Fig. 18 vollends wird die gleiche Täuschung überhaupt nicht durch Ansatzstücke, sondern durch andere, von den der Täuschung unterworfenen Linien getrennten, aber ihnen parallelen Geraden her-

Fig. 16.

1) MÜLLER-LYER, Du Bois-Reymond's Archiv f. Physiologie, 1887, Suppl. S. 263 ff. Taf. IX.

die schrägen Linien die in § 2 erörterten umkehrbaren perspectivischen Täuschungen; und zwar geschieht dies zumeist, da man in der Regel von den Verticalen aus auf diese schrägen Ansatzstücke übergeht, in der Weise, dass, gemäss der oben (S. 62) gefundenen Abhängigkeit dieser Täuschungen von der Bewegungsrichtung des Auges, die schrägen Linien von dem Beschauer weggekehrt erscheinen, so dass die ganze Figur das Ansehen eines Daches gewinnt, dessen Kante dem Auge zugewandt ist. Besonders an der verkleinert erscheinenden Figur *A* tritt, wahrscheinlich wegen ihrer perspectivischen Annäherung, diese Vorstellung leicht hervor. Dagegen zeigt die vergrössert erscheinende Figur *B* in dieser Beziehung eher zuweilen eine Umkehrung der Perspective, so dass die schrägen Ansatzstücke dem Beschauer zugekehrt erscheinen, da es bei dieser Figur leichter vorkommt, dass man sie nicht von der geraden Mittellinie, sondern vom Ende irgend eines der schrägen Ansatzstücke aus überfliegt [1]).

Die MÜLLER-LYER'sche Täuschung ist in neuerer Zeit Gegenstand vielfacher experimenteller und theoretischer Erörterungen gewesen, so dass über sie bereits eine ansehnliche Literatur vorhanden ist [2]).

---

1) Abgesehen von solchen leicht zu erkennenden Modificationen, wie sie die Figuren 17 und 18 an zwei Beispielen darbieten, kann die nämliche Täuschung auch in mannigfachen Verkleidungen auftreten, in denen ihre Beziehung zu der in Fig. 16 dargestellten Grundform nicht so unmittelbar ersichtlich ist. Man wird gleichwohl überall da die Wirkung derselben Grundmotive wiederum antreffen, wo ähnliche Verhältnisse in einander übergehender oder sonst zu einander in Beziehung stehender Linien wiederkehren, wie sie die typischen Figuren 16—18 zeigen. Aus der Fülle der hier möglichen Fälle mag hier nur die Erscheinung hervorgehoben werden, dass ein Halbkreis kleiner erscheint, wenn ihn ein die Endpunkte verbindender Durchmesser zur Halbkreisfläche abschliesst, als wenn dieser Durchmesser fehlt. (Vgl. meine Physiol. Psychol.[4] II, S. 149, Fig. 174.) Der Halbkreis mit dem Durchmesser entspricht hier der Hälfte der Form *A* in Fig. 16: demnach erscheint zunächst der Durchmesser verkürzt und dann in Folge dessen die ganze Halbkreisfläche verkleinert. Aehnlich erscheint ein Quadrat, an dem die eine Seite fehlt, grösser als ein vollkommen geschlossenes Quadrat; dabei erscheint, wie in andern analogen Fällen, die offene Figur stets in der Richtung, wo sich die Oeffnung befindet, gegenüber der geschlossenen vergrössert (MÜLLER-LYER, Zeitschr. f. Psychol. X, S. 429, Fig. 20—22). Augenscheinlich handelt es sich hier um das gleiche Motiv wie bei dem Halbkreis; nur kommt es beim Quadrat in der in Fig. 17 repräsentirten Gestalt zur Anwendung.

2) Vgl. besonders DELBOEUF, Bulletin de Acad. de Belgique, 3. série, t. XXIV, p. 12, 1892. F. BRENTANO, Zeitschr. für Psychol. u. Physiologie der Sinnesorgane,

haben, die Grössentäuschung die Ursache der perspectivischen Täuschung sei. In Wahrheit tritt nun auch hier gegen die primäre Bedeutung der perspectivischen Vorstellung zunächst der nämliche Gesichtspunkt wie dort in die Schranken. Wenn der scheinbare Grössenunterschied nicht die Ursache, sondern die Wirkung der perspectivischen Vorstellung, wenn also diese etwa bloss das Product der allgemeinen Neigung sein sollte, ebene Zeichnungen irgendwie auf den dreidimensionalen Raum zu beziehen, warum werden dann nicht ebenso gut zuweilen die Figuren *B* näher und die Figuren *A* ferner gesehen? Sobald dies einträte, müssten aber auch die Grössentäuschungen der Figuren umkehrbare sein, was sie unbedingt nicht sind. Ist so in Anbetracht einer andern Begründung der perspectivischen Täuschung von vornherein die Annahme, dass dieselbe Wirkung, nicht Ursache der Grössentäuschung sei, die wahrscheinlichere, so wird diese Annahme vollends zur Gewissheit erhoben werden, wenn sich für die primäre, von der Perspective unabhängige Grössentäuschung positive Gründe auffinden lassen.

Einen solchen positiven Grund glaubt nun MÜLLER-LYER in dem von ihm aufgestellten und zur Erklärung noch vieler anderer geometrisch-optischer Täuschungen angewandten Princip der »Confluxion« gefunden zu haben. Nach diesem Princip soll allgemein irgend ein Eindruck durch einen andern begleitenden Eindruck im Sinne des letzteren verstärkt werden. Speciell im vorliegenden Fall also soll man die gleich grossen Linien in den Figuren 16, 17 und 18 deshalb für verschieden gross halten, weil man bei der Abschätzung nicht nur die Linien selbst, sondern unwillkürlich auch einen Theil des zu beiden Seiten derselben abgegrenzten Raumes mit in Anschlag bringe. Dieser ist in der That in den grösser erscheinenden Figuren grösser als in den kleiner erscheinenden; auch stimmt damit die Abstufung der Täuschung in den drei Figuren im allgemeinen überein[1]).

HEYMANS, der diese Erklärung bekämpft, freilich mit Einwänden, die, wie MÜLLER-LYER gezeigt hat, in wesentlichen Punkten auf einem Missverständnisse beruhen[2]), kommt zu dem Ergebnisse, dass der

1) MÜLLER-LYER, Archiv f. Physiol. 1889, S. 266 f., Zeitschr. f. Psychol. IX, S. 4 ff.

2) HEYMANS, Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. der Sinnesorg. IX, S. 236 ff. MÜLLER-LYER, ebend. X, S. 421 ff.

die Anfangsschenkel nur wenn sie relativ kurz sind direct gesehen werden, in Folge dessen also auf die Ausmessung der Figur den grössten Einfluss ausüben müssten. Werden dagegen die Schenkel verlängert, so nehme die Deutlichkeit beider Schenkel in gleichem Masse ab, und es werde daher das Uebergewicht der täuschungerzeugenden über die täuschunghemmenden Bedingungen allmählich bis zu Null herabsinken[1]).

Die beiden hier skizzirten Theorien, die »Confluxionstheorie« und die »Contrasttheorie«, weichen, wie man sieht, von vornherein schon darin von einander ab, dass die erste Motive geltend macht, die für das bei ruhendem Auge aufgefasste Object wirksam sind, während die zweite der Bewegung den entscheidenden Einfluss zugesteht. Gegen die »Confluxionstheorie« hat man bereits von verschiedenen Seiten Beobachtungen beigebracht, die dem bei ihr angenommenen Einflusse des umgebenden Raumes auf die Grösse einer Linie widerstreiten. So wird bei einer zuerst von LÁSKA beschriebenen Täuschung (Fig. 19) von zwei unter verschiedenen Winkeln an die Enden einer und derselben horizontalen Geraden angesetzten Schenkeln *A* und *B* der den spitzen Winkel begrenzende Schenkel *B*, und nicht, wie es das Confluxionsprincip erfordern würde, der den stumpfen Winkel begrenzende *A* als der grössere geschätzt[2]). MÜLLER-LYER hat hiergegen eingewandt, dass die Täuschung nicht mehr eintritt oder sich in ihr Gegentheil umwandelt, wenn die Winkel, wie in Fig. 20, von einander getrennt, oder wenn sie, wie in Fig. 21, von einer etwas verkürzten Grundlinie aus der eine nach oben, der andere nach unten gekehrt sind. MÜLLER sucht daher den Widerspruch der Fig. 19 gegen die Confluxionstheorie durch die Annahme zu beseitigen, die Schätzung der beiden Winkelschenkel *ad* und *bc* (Fig. 22) erfolge nicht bloss nach den von ihnen einge-

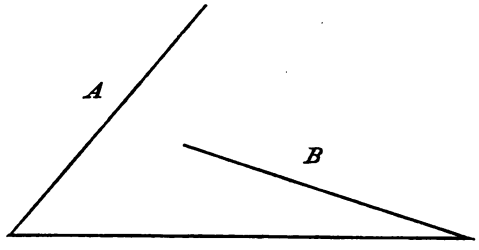

Fig. 19.

1) HEYMANS, a. a. O. S. 248 ff.

2) LÁSKA, Archiv f. Physiologie 1890, S. 326.

schlossenen Winkeln, sondern ausserdem nach den mittelst der imaginär gezogenen Linie *dc* gewonnenen Winkeln *adc* und *dcb*. Demnach erscheine *ad* in Folge der beiden angrenzenden

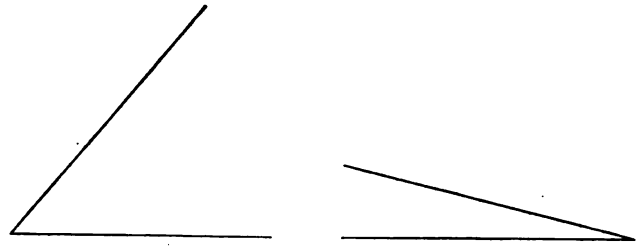

Fig. 20.

spitzen Winkel *dab* und *adc* verkürzt, *bc* aber zwar durch *cba* ebenfalls verkürzt, dagegen durch den stumpfen Winkel *dcb* verlängert. Diese Deduction scheint mir jedoch nicht zwingend zu sein. So gut wie der Winkel *dcb* verlängernd auf *bc*, müsste auch der Winkel *dae* verlängernd auf *ad* wirken. Dies thut er aber auch dann nicht, wenn man die Linie *ae* wirklich zieht, eine Aenderung der Construction, welche die Täuschung völlig unverändert lässt, während man nach der Confluxionstheorie von ihr eine Veränderung, wenn nicht eine Umkehrung der Täuschung erwarten sollte. Auch mit den bei der Betrachtung der LÁSKA'schen Figur zu machen-

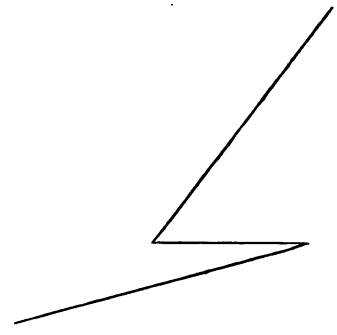

Fig. 21.

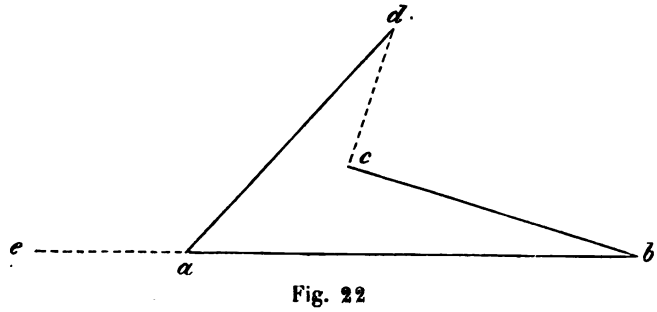

Fig. 22

den subjectiven Beobachtungen steht jedoch, wie mir scheint, die MÜLLER'sche Construction nicht im Einklang. Mir wenigstens ist es unzweifelhaft, dass ich bei der Betrachtung der Fig. 19 vor allem

die horizontale Grundlinie mit dem Auge verfolge und demnach die Grösse der Schenkel *A* und *B* nach der Lage der senkrechten Projectionen auf diese Gerade abschätze. Hieraus erklärt sich dann auch ohne Schwierigkeit, dass die Täuschung schwindet, wenn man die beiden Winkel getrennt construirt, wie in Fig. 20, oder wenn man sie auf eine sehr kurze Grundlinie, die nicht mehr als Fixationslinie für beide dienen kann, aufträgt, wie in Fig. 21. Im ersten Fall vergleicht man die beiden Winkel successiv, und man ist dabei um so mehr genöthigt, die beiden Winkelschenkel zu vergleichen, je weniger spitz der Winkel ist: während man z. B. in Fig. 20 bei dem rechts liegenden Winkel noch leicht die beiden Schenkel in einer einzigen Augenbewegung auffasst, durchläuft man bei dem links liegenden die beiden Winkelschenkel successiv. Aehnlich verhält es sich mit der Fig. 21. Hier können die beiden schräg liegenden Schenkel auf der kurzen Grundlinie nicht mehr vergleichend abgeschätzt, sondern sie müssen successiv durchlaufen werden, was wieder nur bei dem unteren Winkel mit Leichtigkeit in einer einzigen Augenbewegung geschieht. Demnach finde ich denn auch, dass die ursprüngliche Täuschung nicht verschwindet, wenn man die schrägen Linien genau in derselben Weise wie in Fig. 21, aber von einer grösseren Grundlinie aus zieht (Fig. 23). Ebenso bleibt sie, wenn auch in etwas geringerem Grade, bestehen, wenn man, wie in Fig. 24, die beiden Schenkel von einem und demselben Endpunkte der Grundlinie nach oben und unten hin zieht, ein Fall, auf den die Hülfsconstruction der Fig. 22 nicht mehr anwendbar ist. Aehnlich lassen sich noch manche andere Figuren construiren, bei denen nach dem Princip der Confluxion eine bestimmte Täuschung gefordert wird, während in Wirklichkeit eine solche durchaus nicht beobachtet wird. So müsste z. B. in Fig. 25 von den zwei parallelen Geraden *A* und *B* die untere *B* grösser erscheinen als die obere *A*, weil sie von einem grösseren Raum umschlossen ist. Davon ist aber nichts

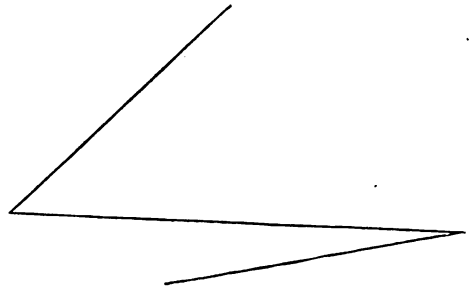

Fig. 23.

zwischen den Linien, so vermindert sich die Täuschung bedeutend, um bei der leisesten Blickbewegung wieder aufzutreten. Unterstützt wird das Verschwinden der Täuschung, wenn man die Endpunkte der Linien durch Senkrechte verbindet. Bei dieser Aufhebung der Grössentäuschung durch starre Fixation beobachtet man aber noch eine andere bemerkenswerthe Erscheinung. Man sieht nämlich, wie gewöhnlich bei starrer Fixation, die begleitende perspectivische Täuschung zunehmen: *B* erscheint im Vergleich mit *A* so nach der Tiefe des Raumes verlegt, dass es nun gleichzeitig objectiv viel grösser als *A*, subjectiv aber, abgesehen von dieser verschiedenen Entfernung, in gleicher scheinbarer Grösse gesehen wird. Man wird sich bei diesem Versuch des gleichen Gesichtswinkels, unter dem die Objecte erscheinen, gewissermassen unmittelbar bewusst, verlegt aber eben deshalb um so mehr *B*, da die Neigung fortbesteht es grösser zu sehen, in entsprechend grössere Entfernung. Die perspectivische Vorstellung hat auf diese Weise augenscheinlich die Bedeutung einer Compensation der Täuschung nach den Bedingungen des Netzhautbildes, woraus indirect zugleich hervorgeht, dass in dem Netzhautbilde selbst die Ursache der Täuschung nicht liegen kann.

So wenig wie die »Confluxionstheorie« dürfte nun aber die von HEYMANS entwickelte »Contrasttheorie« haltbar sein. Vielmehr scheinen mir die zwei Anwendungen, die hierbei von dem Begriff des Contrastes gemacht werden, falsche, mit der anerkannten Bedeutung dieses Begriffs im Widerspruch stehende Uebertragungen zu sein. Erstens sollen nämlich die ein- und auswärts gerichteten Schenkel der beiden Figuren *A* und *B* (Fig. 16) contrastirende Wirkungen auf die Blickbewegung ausüben. Aber *A* erscheint auch dann verkürzt, *B* verlängert, wenn man, wie in Fig. 27, jede von ihnen mit einer einfachen geraden Linie *C* von gleicher Grösse vergleicht, wie man sich namentlich bei abwechselndem Verdecken der Figur *A* oder *B* leicht überzeugt. Die Verkürzung und Verlängerung ist in diesem Fall allerdings merklich geringer, als wenn die beiden Figuren mit einander verglichen werden. Aber dies erklärt sich doch einfach daraus, dass im letzteren Fall eben eine Summationswirkung stattfindet, die sich aus der verkürzenden Wirkung des einen und der verlängernden des andern Momentes zusammensetzt. Nun ist es allerdings nicht unwahrscheinlich, dass die Verkürzung und Verlänge-

hemmend wirken, so ist die Täuschung selbst eine Resultante aus diesen entgegengesetzten Wirkungen, gerade so wie die Geschwindigkeit eines Körpers, auf den Kräfte in entgegengesetzter Richtung einwirken, die Resultirende dieser Kräfte, aber kein Contrastphänomen ist. Doch ist in diesem Falle nicht bloss die Anwendung des Contrastbegriffs eine unzulässige, sondern auch jene Interpretation der Wirkung der Schenkel, auf der diese Anwendung beruht, scheint mir sehr erheblichen Bedenken zu begegnen. Zunächst ist die Annahme, dass die direct und die indirect gesehenen Theile der Figur in einen Gegensatz zu einander treten, eine vollkommen hypothetische: in den Beobachtungen selbst ist nichts davon wahrzunehmen, wohl aber gibt die Beobachtung andere Motive an die Hand, die jenen Einfluss vollkommen begreiflich erscheinen lassen. Fügt man an je zwei Gerade von gleicher Länge unter gleichen Winkeln divergirende Schenkel von sehr ungleicher Länge an (Fig. 28 *A* und *B*), so bemerkt man ohne weiteres, dass sich der Richtungsunterschied der Schenkel und der Geraden um so stärker geltend macht, je länger die Schenkel sind. Erscheinen diese in *B* als unerhebliche Abweichungen von der Geraden, so bilden dagegen in *A* die von den Schenkeln umschlossenen Räume selbständige Raumgebilde, zwischen denen die Gerade eine verbindende Achse bildet. Bei der ungezwungenen Durchmessung der Figur mit bewegtem Auge bemerkt man nun sofort die verschiedene Wirkung, die dies auf den Blick ausübt. Während dieser in *B* über die Ansatzpunkte der Schenkel leicht bis zum Ende der Figur hinweggleitet, wird er in *A* an jenen

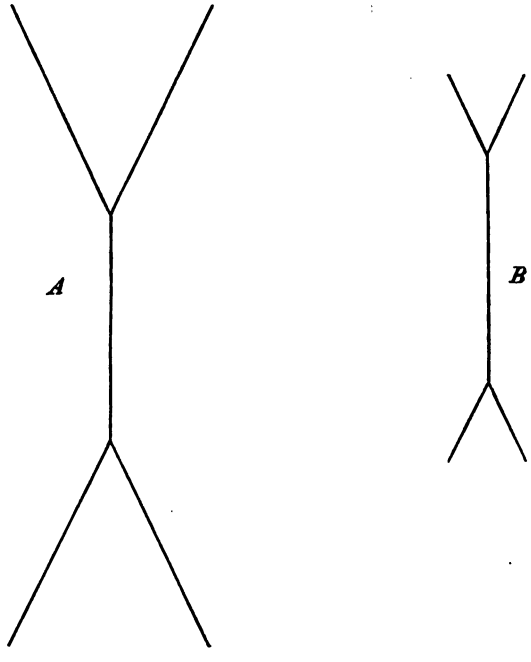

Fig. 28.

die Durchmessung der mittleren Linie $\gamma\delta$ in gleicher Richtung fortzusetzen auffordern, während in III die senkrechten Linien umgekehrt eine hemmende Wirkung auf die Bewegung ausüben. Nebenbei sind die Kreise selbst in diesem Fall noch einer Grössentäuschung unterworfen, die der in Fig. 12 *A* und *B* (S. 85) dargestellten entspricht. Die Kreise in II erscheinen nämlich in Folge der Richtung der Theilungslinien nach dem dort erläuterten Princip in der Höhe, die Kreise in

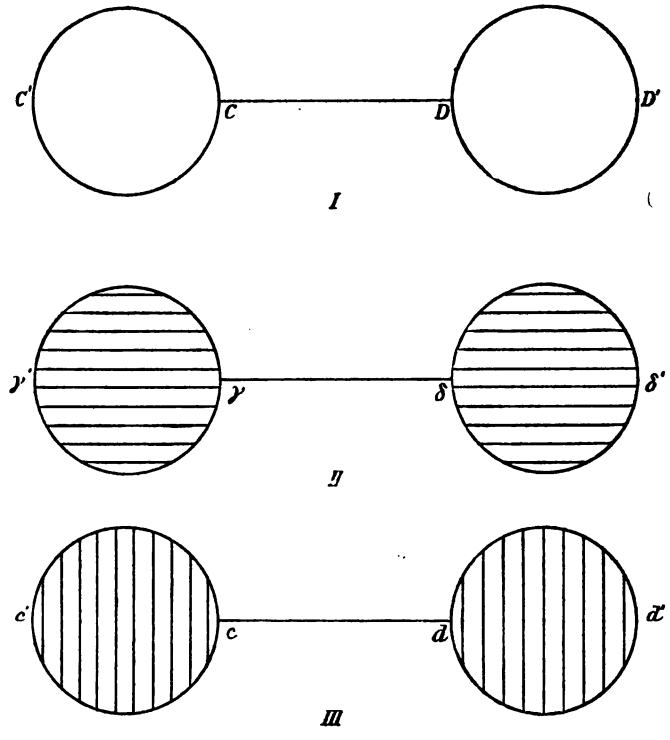

Fig. 29.

III in der Breite vergrössert. In Folge dessen verhalten sich die inneren Durchmesser $\gamma\delta$ und cd und die äusseren Durchmesser $\gamma'\delta'$ und $c'd'$ entgegengesetzt. In II erscheint gegenüber III $\gamma\delta$ vergrössert und $\gamma'\delta'$ verkleinert. Dieser Gegensatz der Täuschungen entspringt demnach aus einer Durchkreuzung verschiedener Motive der Grössenschätzung, die jedoch schliesslich auf ein und dasselbe Grundmotiv, nämlich auf die Bewegung des Auges zurückführen.

Wie die Wirkung dieses Grundmotivs der Bewegung näher zu erklären ist, das zu untersuchen kann nun selbstverständlich erst

Classe von Täuschungen, den bisher erörterten, in Folge der angegebenen Bedingungen variirbaren gegenüber, als constante Streckentäuschungen bezeichnen.

Principiell könnte es scheinen, als wenn diese Constanz die hierher gehörigen Täuschungen allen andern voranzustellen geböte. Aber da sich eine solche Constanz doch nur durch die Unveränderlichkeit gegenüber allen Variationen zu erkennen gibt, also die vorangehende Anwendung dieser Variationen voraussetzt, so ist für eine experimentelle Behandlung der Probleme der umgekehrte Weg vorzuziehen. Nebenbei gewährt er in den zuverlässiger zu ermittelnden Bedingungen der variabeln Täuschungen immerhin einen gewissen Stützpunkt für die Interpretation der eben wegen ihrer Constanz einer solchen weit unzugänglicheren constanten Täuschungen.

Die Gesammtheit dieser constanten Streckentäuschungen lässt sich am einfachsten an einer regulären Kreuzfigur demonstriren, deren verticale und horizontale Schenkel sich in ihrer Mitte durchschneiden (Fig. 30). Die allseitige Symmetrie dieser Figur erscheint in Folge constanter Täuschungen in dreifachem Sinne aufgehoben: 1) die verticale Dimension erscheint grösser als die horizontale; 2) der obere der beiden verticalen Schenkel erscheint meist grösser als der untere; 3) der äussere der horizontalen Schenkel erscheint bei monocularer Betrachtung (bei der binocularen compensiren sich begreiflicher Weise die Täuschungen rechts und links) in der Regel grösser als der innere Schenkel[1]). Die erste dieser Täuschungen ist die bedeutendste, und sie scheint zugleich individuell die variabelste zu sein: sie schwankt bei einer Länge der Linien von 30—80 mm bei verschiedenen Personen

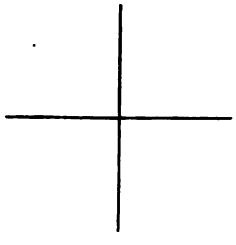

Fig. 30.

1) Die erste dieser Täuschungen wurde von OPPEL entdeckt (Jahresber. des physik. Vereins zu Frankfurt a. M. 1854—55, S. 38 ff.). Von mir wurde sie ohne Kenntniss der Veröffentlichung OPPEL's aufgefunden und alsbald auf die Asymmetrie der Muskelanordnung des Auges zurückgeführt (Beiträge zur Theorie der Sinneswahrnehmung, S. 158). Neuerdings hat endlich HOLTZ, ebenfalls ohne Kenntniss der früheren Beobachtungen, auf sie aufmerksam gemacht (Wiedemann's Ann. X, S. 158). Die zweite Täuschung ist zuerst von DELBOEUF (Bulletin de l'Académie roy. de Belgique 2me sér. XIX, 2, p. 9), die dritte von KUNDT (Poggendorff's Annalen, CXX, S. 118) gesehen worden.

Projection der einzelnen Theile der Figur. Im Unterschiede von den in § 3 erörterten variabeln Täuschungen, bei denen die perspectivische Täuschung erst als eine Folge der Streckentäuschung nachgewiesen werden konnte, würde dann bei diesen constanten Täuschungen das umgekehrte Verhältniss bestehen: die Streckentäuschung würde als eine Folge perspectivischer Vorstellungen, die man mit der Auffassung der Figur verbände, anzusehen sein.

In der That liegt es nahe, in diesem Sinne vor allem die scheinbare Abweichung der verticalen von der horizontalen Dimension und dann folgeweise auch die des oberen vom unteren verticalen Kreuzesschenkel zu deuten. Erwägt man nämlich, dass wir nur bei der Primärstellung mit abwärts gekehrter Gesichtslinie eine Zeichnung in einer zur Blicklinie senkrechten Lage der Blickebene zu betrachten pflegen, dass dagegen dies bei einer Augenstellung oberhalb der Primärstellung bei nahen Objecten zumeist in einer geneigten Lage mit vom Auge weggekehrtem oberen und ihm zugekehrtem unteren Theil der Blickebene geschieht, so könnte man von den beiden erwähnten Täuschungen die folgende Interpretation geben. In der Mehrzahl der Fälle haben wir ein Object, z. B. ein Kreuz mit gleichen Schenkeln oder ein Quadrat, in schräger Lage zur Gesichtslinie gesehen, so also, dass der verticale Durchmesser des Objectes perspectivisch verkürzt erschien, und zwar, da bei dieser Projection die obere Hälfte des um seine horizontale Achse gedrehten Objectes vom Auge weg-, die untere ihm zugekehrt ist, zugleich jene etwas mehr als diese verkürzt erschien. In Folge dieser gewohnheitsmässigen perspectivischen Verkürzungen muss nun aber ein Netzhautbild, das einer wirklichen symmetrischen Figur entspricht, im entgegengesetzten Sinne verändert erscheinen, so also, dass die verticale Dimension grösser erscheint als die horizontale, und die obere Hälfte der ersteren grösser als die untere. Um auf analoge Weise die scheinbare Vergrösserung der äusseren Hälfte des horizontalen Diameters zu deuten, müsste man dann noch annehmen, dass wir überdies geneigt seien, ein linear gezeichnetes Object bei monocularem Sehen auf eine Ebene zu beziehen, die nach aussen vom Sehenden weggekehrt sei, wodurch auch hier wieder das exacte Netzhautbild einer wirklich regulären Figur eine Täuschung von umgekehrter Richtung erzeugen müsste.

nun sogar zugeben, eine perspectivische Vorstellung könne noch dann Wirkungen ausüben, wenn sie selbst gar nicht wahrzunehmen ist, so müsste man wenigstens erwarten, dass die nämlichen Bedingungen, die nach allgemeingültigen Gesetzen die Form der perspectivischen Vorstellung verändern, in diesem Falle deren nachweisbare Wirkungen auf die Streckenschätzung ebenfalls veränderten. Gerade darin aber bewähren sich die erwähnten Täuschungen an der regulären Kreuzfigur (Fig. 30) und die ihnen entsprechenden an andern geometrischen Figuren als constante, dass sie schlechterdings, wie man auch Stellungen und Bewegungen des Blicks ändern möge, nicht umkehrbar sind. Wäre man geneigt, die verticale Achse des Kreuzes mit ihrem unteren Ende dem Beschauer zugekehrt zu sehen, so müsste sich diese scheinbare Lage nach den bei den umkehrbaren Täuschungen entwickelten Regeln ändern, wenn man, statt von unten nach oben, von oben nach unten jene Linie durchläuft, u. s. w. Alle solche Veränderungen sind aber ohne Einfluss auf die Täuschung. Nur dies bemerkt man bei den Bewegungen des Blicks, und dadurch treten allerdings diese constanten Täuschungen in eine Beziehung zu den variabeln Streckentäuschungen, dass die Grösse der Täuschungen bei Bewegungen längs der Fixationslinien etwas zunimmt und sich bei starrer Fixation vermindert.

Ist hiernach die perspectivische Theorie in dieser Anwendung unhaltbar, so kann füglich nur noch an zwei Bedingungen der constanten Täuschungen, nämlich entweder an dioptrische oder an musculäre Asymmetrien des Auges, gedacht werden. Von dioptrischen Asymmetrien kann aber in diesem Fall, wiederum wegen des constanten Charakters der Täuschungen in Bezug auf bestimmte Richtungen des Raumes, nicht die Rede sein. Der reguläre Astigmatismus, der hier allein in Frage kommen könnte, kann allerdings die Ursache sein, dass z. B. eine horizontale Strecke undeutlicher gesehen und daher auch in Bezug auf ihre Grösse anders geschätzt wird als eine gleich grosse verticale. Aber der reguläre Astigmatismus ist eine individuell äusserst variable, bei zahlreichen Augen ganz fehlende Erscheinung, während es sich hier um constante Täuschungen handelt. Die astigmatischen Bildverzerrungen können ferner durch eine den Astigmatismus aufhebende cylindrische Brille beseitigt werden, was bei den erwähnten constanten Täuschungen ebenfalls nicht zutrifft.

aus der anatomischen Anordnung und Beschaffenheit der Muskeln[1]), aus bekannten functionellen Thatsachen nachweisen lässt. Dass die Aufwärtsbewegung des Auges anstrengender ist als die Abwärtsbewegung, nehmen wir bei ungewöhnlich umfangreichen Bewegungen sehr deutlich wahr; und das gleiche gilt von der Auswärts- gegenüber der Einwärtsbewegung.

Es muss zugegeben werden, dass diese Ableitung der constanten Täuschungen aus den Asymmetrien der Muskelwirkung, im wesentlichen Unterschiede von der Erklärung der umkehrbaren Täuschungen und der variabeln Streckentäuschungen mit perspectivischen Nebenvorstellungen, insofern eine hypothetische bleibt, als sie lediglich auf dem Wege einerseits der Ausschliessung anderer Bedingungen, anderseits der Uebertragung des bei den ersteren Täuschungen nachgewiesenen Einflusses der Blickbewegungen auf diesen neuen Fall gewonnen wurde. Die Unmöglichkeit einer directen Nachweisung liegt aber hier eben in dem constanten Charakter der Täuschungen begründet, der zugleich auf feste, in der Organisation des Auges liegende Bedingungen hinweist. Da nun zu diesen festen Bedingungen auch der Bewegungsmechanismus des Auges gehört, so gewinnt durch die wirklich im entsprechenden Sinne vorhandenen und mit den sonstigen Functionen des Sehens eng zusammenhängenden Asymmetrien, sowie nicht minder durch den bei allen variabeln Täuschungen hervortretenden Einfluss der Bewegung diese Deutung der constanten Täuschungen ihre grosse Wahrscheinlichkeit.

Kann die Richtigkeit dieser Deutung aber auch aus den gedachten Gründen nicht direct erwiesen werden, so wird schliesslich wenigstens eine indirecte Bestätigung dadurch geliefert, dass eine Aufhebung und Wiederentstehung der Täuschungen unter Bedingungen eintritt, die einen Einfluss der Blickbewegungen in demselben Sinne verrathen, in welchem sich dieser bei den variabeln Täuschungen geltend macht. So ist es eine bemerkenswerthe Thatsache, dass die constanten Täuschungen und vor allem die stärkste derselben, die scheinbare Ungleichheit gleicher verticaler und horizontaler Strecken, zwar an allen von geraden Linien umschlossenen oder von geradlinigen Durchmessern durchkreuzten Figuren hervortritt,

1) Ebend. S. 112 Anm., S. 137 ff.

im Vergleich mit ihnen unterschätzt werden[1]). In der einfachsten Form bieten diese Erscheinung die Figuren 32 und 33 dar. In Fig. 32 werden die beiden spitzen Winkel bei *c* vergrössert gesehen,

Fig. 32.

daher an diesem Punkte die Gerade *ab* geknickt erscheint, so als wenn *ac* und *bc* nach unten einen sehr stumpfen Winkel von nicht ganz 180° mit einander bildeten. In Fig. 33 sieht man die Winkel

Fig. 33.

a und *b* vergrössert, und es erscheint darum hier die Gerade *ab* im entgegengesetzten Sinne wie vorhin gebogen, so als wenn ihre beiden Hälften *ac* und *bc* einen nach oben stumpfen Winkel bildeten. Beide Figuren können sich zugleich, wie man namentlich bei starrer Fixation des mittleren Punktes *c* bemerkt, mit perspectivischen Vorstellungen verbinden, die jedesmal eine eindeutige, aber in beiden Figuren wesentlich verschiedene Beschaffenheit haben. In Fig. 32 scheinen sich nämlich, wenn sie perspectivisch aufgefasst wird, *ca* und *cb* vom Beschauer zu entfernen, *ce* und *cf* ihm zu nähern, so dass *a* und *b* ferner, *e* und *f* aber näher zu liegen scheinen als *c*. Die Figur macht daher etwa den Eindruck eines von unten gesehenen vierstrahligen Sternes, dessen zwei obere Strahlen dem Auge zu-, und dessen zwei untere von ihm weggekehrt sind. Schwieriger ist die perspectivische Auffassung der Fig. 33. Gelingt sie aber bei starrer monocularer Fixation, so erscheint die Linie *cd* wie eine dem Beschauer zugekehrte convexe Kante, während sich die Dreiecke *dac* und *dbc* von ihm entfernen, so dass *a* und *b* am weitesten entfernt sind. Zugleich wird der Punkt *d* in der Regel etwas näher als *c*

1) Auch diese Täuschung ist zuerst von OPPEL beobachtet worden (Jahresber. des physik. Vereins zu Frankfurt a. M. 1854—55, S. 41 ff.).

hat, durch welche die Täuschung mit der Beschaffenheit des, wie wir voraussetzen dürfen, von ihr unberührt gebliebenen, also der objectiven Zeichnung entsprechenden Netzhautbildes in Einklang gebracht wird. Sieht man nämlich die Fig. 32 lebhaft perspectivisch, so erscheint die Knickung der Linie *acb* als eine solche, die hinter der Zeichnungsebene in einer diese schneidenden Ebene liegt; und in der Projection auf die Zeichnungsebene erscheint daher die Linie *acb* vollkommen gerade. Auf diese Weise vereinigt die perspectivische Vorstellung die beiden Eigenschaften der Vergrösserung der spitzen Winkel und der durch das Netzhautbild geforderten Geradlinigkeit von *ab*: geradlinig ist *ab* in der dem Netzhautbild entsprechenden Zeichnungsebene, in *c* geknickt erscheint *ab* in der die Zeichnungsebene schneidenden Ebene, in der sich die Arme *ca* und *cb* vom Punkte *c* aus nach der Tiefe des Raumes erstrecken. Aehnlich werden bei Fig. 33 in Folge der perspectivischen Auffassung die vergrössert erscheinenden Winkel *a* und *b* in grössere Ferne verlegt, und *ab* erscheint geradlinig in der Projection auf die Zeichnungsebene, aber bei *c* geknickt in einer zur scheinbaren Richtung von *cd* senkrechten Tiefenebene. Macht es diese Function einer Correctur der Winkeltäuschung nach den Forderungen des Netzhautbildes unzweifelhaft, dass die perspectivische Vorstellung die Folge, nicht die Ursache der Winkeltäuschung ist, so wird nun endlich die primäre Bedeutung der letzteren auch durch solche Fälle bestätigt, in denen die Bedingungen derart beschaffen sind, dass überhaupt keine perspectivische Vorstellung entstehen kann, während gleichwohl die Winkeltäuschung bestehen bleibt. Ein Beispiel dieser Art bietet die oben in anderem Zusammenhang benutzte Fig. 31 (S. 113). In ihr bilden die Ecken des eingezeichneten Quadrates mit der anliegenden Kreislinie spitze Winkel. In Folge der scheinbaren Vergrösserung dieser erscheint nun der Kreis an den vier Punkten, wo die Ecken des Quadrates ihn berühren, abgeplattet. Die sonstigen Bedingungen zur Entstehung einer perspectivischen Vorstellung fehlen aber hier, daher denn auch in diesem Falle die perspectivische Compensation der Winkelvergrösserung, wie sie Fig. 32 und 33 zeigen können, nicht eintritt[1]).

---

1) Einige Modificationen dieser Figur hat A. THIÉRY behandelt (Phil. Stud. XI, S. 307 ff.) und bei dieser Gelegenheit zugleich dargethan, dass die von LIPPS gegen

je weiter sie sich von der Mitte der Figur entfernen. Da aber in beiden Fällen die Strahlen entgegengesetzte Richtungen haben, so zeigen in Folge der hierdurch bedingten Zunahme der Winkeltäuschung von der Mitte nach den Seiten der Figuren die Parallelen in Fig. 34 eine zunehmende scheinbare Convergenz, in Fig. 35 eine ebensolche Divergenz nach beiden Seiten. Dabei begünstigt zugleich die zusammengesetztere Beschaffenheit der Zeichnungen, indem diese geläufige Vorstellungen von Strahlenbüscheln im Raum wiederholen, die Entstehung perspectivischer Vorstellungen. In Fig. 34 erscheinen, da der Mittelpunkt der Strahlenbüschel in der Ferne zu liegen scheint, die Parallelen *ab*, *cd* wie ein nach vorn offener Halbring, der also rechts und links dem Beschauer am nächsten, in der Mitte ihm am fernsten zu liegen scheint. In Fig. 35 dagegen, wo die beiden Strahlenbüschel von ihren Mittelpunkten *A* und *B* aus sich so gegen den Beschauer erstrecken, dass die mittleren ihm am meisten zugekehrt sind, erscheinen die Parallelen *ab*, *cd* wie ein nach vorn, über die Ebene der Zeichnung gewölbter Halbring, dessen Mitte dem Beschauer am nächsten liegt, und dessen Seitentheile ihm am fernsten sind.

Bei diesen Figuren erkennt man wegen der grösseren Deutlichkeit der körperlichen Vorstellung noch besser als an ihren einfacheren schematischen Vorbildern in Fig. 32 und 33 die compensatorische Bedeutung der perspectivischen Auffassung. Besonders dann, wenn man irgend einen Punkt der Zeichnungen starr fixirt, tritt das Relief in beiden Fällen ausserordentlich plastisch hervor; zugleich gewinnt man aber dann die Vorstellung, dass die Geraden *ab* und *cd* wirkliche Parallellinien sind, während man sie doch im ersten Fall als Stück eines Hohlrings, im zweiten als einen erhabenen Ring auffasst, der, eben weil er subjectiv immer gleich breit ist, im Raum in Fig. 34 gegen die Mitte hin breiter, in Fig. 35 schmäler erscheint. Sobald man von der starren Fixation zu Bewegungen des Auges übergeht, verschwindet freilich diese eigenthümliche Verbindung der Vorstellung des subjectiven Parallelismus der Linien mit der ihrer je nach der Tiefenentfernung objectiv verschiedenen Distanz von einander; es wird dann aber immer auch die Anschauung weniger plastisch.

Auf die nämlichen Bedingungen führt die an dem berühmten ZOELLNER'schen Muster zu beobachtende Täuschung zurück. Die Fig. 36

sondern jede Hälfte erscheint in derjenigen Richtung verschoben, nach der sie selbst gekehrt ist, also die nach unten gekehrte Streifenhälfte nach unten, die nach oben gekehrte nach oben.

Nachdem uns die Figuren 32—35 die scheinbare Vergrösserung spitzer Winkel als eine allgemein vorkommende Täuschung kennen gelehrt haben, die selbst wieder Ursache anderer Täuschungen sein kann, lassen sich diese beiden an Fig. 36 wahrzunehmenden Erscheinungen offenbar ohne weiteres auf die nämliche Ursache zurückführen. Es ist klar: wenn die spitzen Winkel, welche die schrägen Streifen mit den Verticalen bilden, vergrössert werden, so müssen die zusammengehörigen Hälften eines schrägen Streifens gegen einander verschoben erscheinen. In Folge derselben Bedingung müssen aber auch die verticalen Streifen abwechselnd in entgegengesetzter Richtung von der Verticalen abzuweichen scheinen.

Dieses erste ZOELLNER'sche Modell ist mehrfach Gegenstand experimenteller und messender Untersuchungen gewesen. Dabei hat sich zunächst gezeigt, dass alle Momente, welche die Auffassung des Parallelismus der langen Streifen unsicher machen, wie schräge Stellung der Verticalen, Drehung der Zeichnungsebene gegen den Beschauer, geeignet sind, die Täuschung zu vergrössern[1]). Bei starrer Fixation hat man im allgemeinen eine Abnahme der Täuschung beobachtet; ebenso, obgleich minder sicher, bei momentaner Erleuchtung durch den elektrischen Funken[2]). Endlich sind bei Bewegung eines Fixirpunktes (einer Nadelspitze) über die Zeichnung[3]) sowie bei schiefer Lage der Zeichnung gegen die Visirebene[4]) plastische Effecte beobachtet worden. Ich finde schon an diesem ersten ZOELLNER'schen Muster, dass starre Fixation einerseits die Täuschung über den Parallelismus der Verticalstreifen vermindert und auf Augenblicke ganz verschwinden lässt, dass sie aber ander-

1) THIÉRY, Phil. Stud. XI, S. 331 ff.

2) In letzterer Beziehung widerstreiten sich die Angaben von HELMHOLTZ, der die Täuschung verschwinden sah, und von ZOELLNER selbst, der dies nicht beobachten konnte. Der Widerspruch dürfte sich daraus erklären, dass die erste Angabe für eine einzige momentane Beleuchtung oder für eine Reihe sich sehr langsam wiederholender zutrifft, während die zweite für rascher auf einander folgende gültig ist.

3) HELMHOLTZ, Physiol. Optik², S. 712.

4) GUYE, Revue scientif. 1893, p. 594.

bare Abweichung vom Parallelismus lediglich auf ihren verschiedenen Verlauf im Raume bezogen wird. Diese bei starrer monocularer Fixation gewonnene Auffassung der Fig. 37 zeigt also wieder dieselbe Compensation der Richtungstäuschung durch die perspectivische Vorstellung, wie sie uns an den einfachen Figuren 32 und 33 und dann an den aus diesen abgeleiteten zusammengesetzten Figuren 34 und 35 entgegengetreten ist. Nur ist die Erscheinung in Fig. 37 wegen des Wechsels der perspectivischen Motive eine viel frappantere. Dass demnach auch hier die Winkeltäuschung das Primäre und die perspectivische Vorstellung erst eine Folge derselben ist, bedarf nach dem früher Gesagten nicht mehr des näheren Nachweises. Ebenso leuchtet von selbst ein, dass die oben erwähnten, unter gewissen Bedingungen an dem ersten ZOELLNER'schen Muster der Fig. 36 gewonnenen plastischen Effecte nur unvollkommene und partielle Erscheinungen dieser perspectivischen Compensation sind. Auch ist es klar, dass sich der bei dieser Compensation hervortretende Einfluss des im Netzhautbilde vorhandenen wirklichen Parallelismus der Längslinien in jenen Messungsresultaten verräth, welche zeigen, dass die Täuschung in solchen Lagen der Zeichnungsebene zunimmt, bei denen in Folge von Gewohnheit und Uebung überhaupt unsere Auffassung des Parallelismus unsicherer wird.

In etwas anderer, aber fast noch zwingenderer Weise tritt uns die nämliche Beziehung zwischen der allgemeinen Form der Winkeltäuschung und der perspectivischen Auffassung des Bildes bei einer andern Figur entgegen, an der sich die in dem ersten ZOELLNER'schen Muster (Fig. 36) beobachtete Täuschung der Verschiebung der beiden Hälften der schrägen Streifen gegen einander in etwas modificirter Form wiederholt. In Fig. 38 *A* ist durch einen verticalen schmalen Streifen eine ihn unter spitzem Winkel schneidende schräge Linie gelegt. Auch hier erscheint im allgemeinen der untere Theil der Schrägen nicht als die Fortsetzung des oberen Theils, sondern er scheint gegen jenen etwas nach unten verschoben zu sein. Zuweilen geschieht es jedoch, wie HELMHOLTZ[1]) bemerkt hat, dass die beiden

1) Physiol. Optik[2], S. 707. HELMHOLTZ hat den Streifen schwarz abgebildet. Da hierbei der Verdacht einer Einmischung der Irradiation nicht ganz ausgeschlossen ist, so habe ich ihn in Fig. 38 mit schwarzen Conturen auf weissem Grunde dar-

der perspectivischen Vorstellung, in Folge deren trotz jener Winkelvergrösserung die beiden Hälften der Schrägen als Theile einer einzigen geraden Linie erscheinen. So lange diese perspectivische Vorstellung andauert, treten aber die in *B* dargestellten Knickungen niemals auf. Dieser Versuch zeigt demnach schlagend die compensatorische Bedeutung der perspectivischen Vorstellung. Sobald die letztere besteht, wird die im Netzhautbilde vorhandene richtige Grösse der spitzen Winkel sowie die Zusammengehörigkeit der beiden Theile der Schrägen mit der scheinbaren Vergrösserung jener Winkel und der entsprechenden Verschiebung dieser Theile dadurch in Einklang gebracht, dass die spitzen Winkel als ebene Projectionen stumpferer Winkel erscheinen, und dass die Höhenverschiebung der beiden Theile der Schrägen auf eine entsprechende Tiefenverschiebung beider gegen einander bezogen wird. Auf diese Weise macht die perspectivische Vorstellung die oben beschriebenen Knickungen, die an die Beziehung der ganzen Figur auf die Zeichnungsebene gebunden sind, unmöglich. Diese wechselseitige Ausschliessung beider Momente, der Knickungen und der perspectivischen Auffassung, bei dem vorliegenden Versuch bildet aber wohl den schlagendsten, einem Experimentum crucis gleichkommenden Beweis dafür, dass hier, wie bei allen ähnlichen Erscheinungen, die Winkeltäuschung die primäre Täuschung ist, zu der die Richtungstäuschungen, die verticalen Linienverschiebungen und die perspectivischen Vorstellungen als ihre Folgen gehören. Dabei verhalten sich dann diese Folgen insofern wieder verschiedenartig und in gewissem Grade gegensätzlich zu einander, als die perspectivische Vorstellung durch die Bedeutung, die sie der Winkelvergrösserung anweist, die übrigen Täuschungsmomente beseitigt oder in einen mit geläufigen Erfahrungen übereinstimmenden Zusammenhang mit den optischen Eigenschaften des Bildes bringt.

In den Figuren 34—38 sind die hauptsächlichsten Formen zur Darstellung gebracht worden, in denen sich die in den Figuren 32 und 33 auftretenden einfachen Motive zu zusammengesetzteren Täuschungen verbinden. Natürlich lassen nun diese Formen noch mannigfache Modificationen zu. Unter ihnen mögen hier nur diejenigen hervorgehoben werden, bei denen jene Täuschungsmotive deshalb minder deutlich zu Tage treten, weil die geraden Linien, die zur

einander, dass dies nicht mehr der Fall ist, so verschwindet daher die Täuschung. Im Vergleich mit der Fig. 39 bietet die Fig. 40 insofern eine Vereinfachung dar, als nur zwei geometrische Gebilde mit einander verglichen werden, zugleich aber eine grössere Verwickelung, weil hier beiderseits je zwei imaginäre Richtungslinien, nämlich *Aa*, *Cc* und *Bb*, *Dd*, vorhanden sind. Denkt man sich nun diese Fixationslinien wirklich gezogen, so entstehen bei *A* und *a* nach unten von den Parallelen *AB* und *ab*, bei *C* und *c* nach oben von den Parallelen *CD* und *cd* spitze Winkel. Erscheinen diese vergrössert, so müssen die Linien *Aa*, *Bb* und *Cc*, *Dd*, die in Wirklichkeit parallel sind, nach oben zu divergiren scheinen. Dies bewirkt aber nothwendig, dass die untere Figur kleiner erscheint als die obere. Eine perspectivische Vorstellung, welche wie in Fig. 39 beide Bilder umfasst, entsteht in diesem Fall wegen der abgeschlossenen Beschaffenheit der Trapeze nicht. Wohl aber kann man die bei allen Grössentäuschungen nachzuweisende perspectivische Compensation auch hier wahrnehmen: das untere Trapez scheint dem Beschauer näher, das obere weiter von ihm entfernt zu sein.

Der Einfluss, den wir in den zuletzt erörterten Figuren Fixationslinien ausüben sehen, die nicht wirklich gezogen, aber in der gezeichneten Form deutlich vorgebildet sind, macht es nun begreiflich, dass auch die ZOELLNER'sche Täuschung bei Modificationen der in Fig. 36 und 37 gezeichneten Muster noch eintritt, bei denen die als primäre Täuschungsursachen wirkenden spitzen Winkel nur durch solche imaginäre Fixationslinien abgegrenzt sind. So z. B. bei Motiven, wie sie in Fig. 41 *A* und *B* dargestellt sind. In *A* bilden je zwei Schräge *a* und *b* Theile einer einzigen, die Verticale unter spitzem Winkel durchschneidenden Geraden, die, obgleich ihre Mitte in der Figur fehlt, doch eine einzige Fixationslinie bildet. Dieselbe Rolle spielen in *B* die Endpunkte der kurzen horizontalen Streifen. In der That hat HEYMANS[1]), der diese und ähnliche Muster untersuchte, gefunden, dass bei ihnen Täuschungen über die Richtung der verticalen Geraden auftreten, die durchaus der an dem ZOELLNER'schen Muster vorhandenen Täuschung entsprechen. Wenn aber dieser Beobachter hieraus schliesst, dass bei dieser Täuschung »dem Winkel,

1) Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. der Sinnesorgane, XIV, S. 101 ff.

des Auges sich geltend macht; oder man kann an die verschiedenen Bedingungen denken, welche die Blickbewegung bei der Durchmessung kleiner oder grosser Wegstrecken vorfindet. In dem ersteren Sinne hat HELMHOLTZ[1]) die Ueberschätzung spitzer Winkel aufgefasst, und er hat demnach diese Erscheinung genau in derselben Weise wie die Ueberschätzung eingetheilter gegenüber nicht eingetheilten Strecken erklärt. Spitze Winkel sollen als »deutlich abgegrenzte kleine Grössen« dem allgemeinen Princip folgen, dass »deutlich zu erkennende Unterschiede bei allen Sinneswahrnehmungen grösser erscheinen, als undeutlich zu erkennende Unterschiede von gleicher objectiver Grösse«. Aber diese Erklärung scheitert hier, abgesehen von ihrer Unbestimmtheit, schon daran, dass sie über die speciell bei den Winkeltäuschungen höchst auffälligen Unterschiede bei bewegtem Blick und bei starrer Fixation keine Rechenschaft gibt. Wenn z. B., wie HELMHOLTZ selbst fand, die ZOELLNER'sche Täuschung — und dasselbe gilt, wie wir gesehen haben, von den andern analogen Täuschungen — bei starrer Fixation erheblich vermindert erscheint, so bleibt dies vom Standpunkte dieser Erklärung aus unbegreiflich, da doch ein spitzer Winkel von gegebener Grösse im ruhenden Netzhautbilde gerade so gut ein Object von bestimmter Grösse ist wie bei bewegtem Auge. Dagegen wird dieser Einfluss der Fixation auch hier vollkommen verständlich, sobald wir voraussetzen, wie das ohnehin die Beobachtung nahe legt, dass sich die Auffassung extensiver Grössen des Gesichtssinnes überhaupt und demnach auch die Auffassung von Winkelgrössen im allgemeinen unter Beihülfe der Blickbewegungen vollzieht. Dann werden wir aber auch durch eben diesen die Winkeltäuschungen vermindernden Einfluss der Fixation dazu gedrängt, die Täuschung selbst aus den Eigenschaften der Blickbewegung, nicht aus denen des ruhenden Netzhautbildes abzuleiten. Dies wird nun durch die näheren Bedingungen, unter denen, wie oben nachgewiesen wurde, die Verminderung der Winkel- und Richtungstäuschungen bei starrer Fixation stattfindet, durchaus bestätigt. Dieselbe hat ja stets zugleich die Bedeutung einer Compensation der auf die Ebene der Zeichnung bezogenen reinen Winkeltäuschung durch die Projection des Objectes in den Raum. Dass eine solche Pro-

1) Physiol. Optik[2], S. 705, 708.

Anstrengung auf die Schätzung des bei der Bewegung durchmessenen Raumes von Einfluss sei, so ordnet sich offenbar die bei allen Winkeltäuschungen zur Geltung kommende relative Ueberschätzung spitzer Winkel unter das gleiche Princip. Wie übrigens die Vermehrung oder Verminderung der Muskelenergie überhaupt auf unsere Vorstellungen einen Einfluss gewinnen könne, diese Frage muss, wie schon bemerkt, einer besonderen Betrachtung vorbehalten bleiben, die den Schluss dieser Untersuchung bilden soll. (Vgl. § 10.)

§ 6. Constante Richtungstäuschungen.

Wenn man zu einer horizontal ausgespannten Linie bei monocularer Fixation eines Punktes l oder r nach dem Augenmass in dem fixirten Punkte eine Senkrechte zieht, so weicht, wie zuerst VOLKMANN [1]) beobachtete, diese scheinbare Senkrechte für jedes Auge mit ihrem oberen Theile nach aussen von der Lothlinie ab, so dass sie für das rechte Auge eine Richtung ab, für das linke eine solche cd hat, während $\alpha\beta$ und $\gamma\delta$ die Richtungen der wirklichen Senkrechten angeben (Fig. 12). Bei binocularer Betrachtung verschwindet natürlich

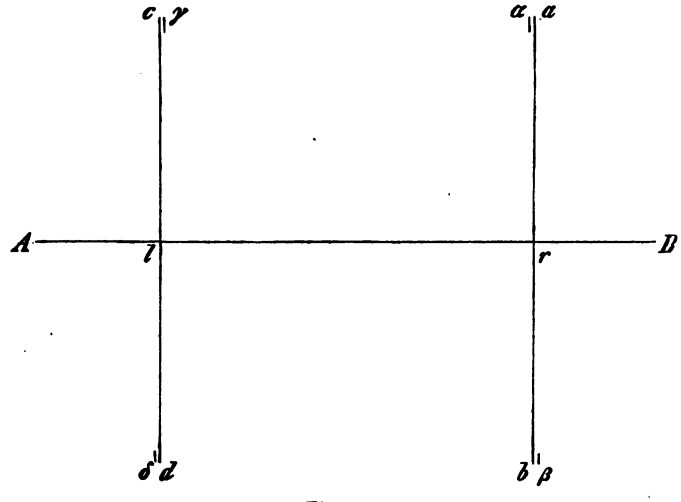

Fig. 12.

die Täuschung, indem sich die nach entgegengesetzten Richtungen gehenden Fehler beider Augen wechselseitig corrigiren. Bei den

1) Physiologische Untersuchungen im Gebiete der Optik, 1863, S. 220 ff.

eine solche war, dass bei paralleler Einstellung beider Blicklinien auf einen unendlich entfernten Punkt die Horopterebene, d. h. diejenige Ebene, in der sich im Sehfeld die von den Deckpunkten beider Netzhäute aus gezogenen Richtungslinien schneiden, mit der Fussbodenebene zusammenfiel[1]). HELMHOLTZ ist daher der Ansicht, dass jene Abweichung der scheinbaren Verticalen aus den Bedürfnissen des Sehens hervorgegangen sei, da in Folge derselben beim Sehen in die Ferne die deutliche Wahrnehmung der in der Fussbodenebene befindlichen Gegenstände begünstigt werde. Doch ist diese Interpretation deshalb einigermassen zweifelhaft, weil jedenfalls bei vielen Individuen, wie schon HELMHOLTZ selbst fand, das Verhältniss zwischen Richtung der scheinbar verticalen Meridiane, Körperhöhe und Augendistanz ein solches ist, dass der Horopter keineswegs mit der Fussbodenebene zusammenfällt, während doch auch hier jene Abweichung existirt. Daraus ist zu schliessen, dass diese einen allgemeineren Grund hat. Ein solcher ist nun in der That in der oben erwähnten relativen Divergenz der Gesichtslinien bei der Erhebung und ihrer relativen Convergenz bei der Abwärtsbewegung der Augen gegeben. Auch hängt diese Erscheinung sichtlich mit allgemeingültigen, nicht bloss individuellen Bedingungen des Sehens zusammen, da wir die Augen gemäss der Gestaltung unseres Gesichtsraumes bei der Erhebung der Visirebene auf entferntere, bei ihrer Senkung auf nähere Objecte einzustellen pflegen. Dadurch hat sich begreiflicher Weise mit jener Bewegung die Abnahme, mit dieser die Zunahme der Convergenz der Blicklinien auf das innigste associirt.

Durch diese Beziehung zu den Gesetzen der Augenbewegungen tritt nun zugleich die erwähnte Täuschung über die Richtung monocular fixirter verticaler Linien in unmittelbaren Zusammenhang mit einer andern Richtungstäuschung, die VON RECKLINGHAUSEN[2]) zuerst beobachtet, und auf deren Zusammenhang mit den Augenbewegungen HELMHOLTZ[3]) bereits aufmerksam gemacht hat. Diese Täuschung bezieht sich auf die Richtung indirect gesehener Linien. Sie ist daher,

---

1) HELMHOLTZ, Physiolog. Optik[2], S. 862 f.
2) GRAEFE's Archiv f. Ophthalmologie, I, 2, S. 57.
3) Physiol. Optik[2], S. 694 ff.

nen Flächenräume erscheinen doch in den ganz excentrischen Theilen von verschiedener Grösse.

Die sämmtlichen Richtungstäuschungen, welche die Fig. 43 vereinigt zur Anschauung bringt, lassen sich nun auch durch eine Reihe einzelner Versuche nachweisen, wenn man den Mittelpunkt eines weissen Papierblattes starr fixirt und dann in den Seitentheilen des Sehfeldes je zwei schwarze Papierstreifchen in angemessener Distanz so verschiebt, dass sie vertical über einander oder horizontal neben einander zu liegen scheinen. Man gewinnt dann durch die Combination der einzelnen Versuche eine der Fig. 43 entsprechende Anordnung der scheinbaren Vertical- und Horizontalrichtungen. Bei der Figur 43 selbst macht sich endlich noch deutlich die Neigung, sie perspectivisch zu sehen, fühlbar. Dabei ist es aber auffallend, dass die perspectivische Vorstellung während der starren Fixation und diejenige, die man gelegentlich bei bewegtem Blick gewinnt, von entgegengesetzter Beschaffenheit sind. Bei starrer Fixation der Mitte der Figur hat man nämlich die Vorstellung, dass die Mitte selbst abgeflacht sei, während die Seitenränder von dem Auge weggewendet scheinen, so dass das Ganze den Eindruck einer mit ihrer convexen Seite dem Beschauer zugekehrten flachen Schüssel macht. Führt man dann aber den Blick über die Linien der Figur hinweg, so kehrt sich plötzlich das Relief um: der Rand der Figur erscheint dem Auge näher, die Mitte ihm ferner; das Ganze macht jetzt den Eindruck einer Schüssel, die mit ihrer Hohlfläche dem Sehenden zugekehrt ist. Doch bleibt dieses Bild nicht bestehen, sondern es hat fortwährend die Neigung, wieder in das entgegengesetzte Relief überzuspringen, wodurch die Figur, namentlich wenn man den Blick abwechselnd bewegt und ruhig hält, einen eigenthümlich unruhigen, besonders an ihren Seitentheilen auf- und abwogenden Eindruck macht.

Der Zusammenhang der an Fig. 43 wahrzunehmenden Richtungstäuschungen theils mit den Bewegungen des Auges, theils mit den in Folge dieser Bewegungen eintretenden Veränderungen der Projection der Netzhautbilder in den Raum ist ein so augenfälliger, dass es in diesem Falle kaum erforderlich sein dürfte, andere mögliche Erklärungsweisen zu erörtern. Auch sind, nachdem der Versuch VON RECKLINGHAUSEN'S, die Erscheinungen dioptrisch, aus der mangelhaften Centrirung des Auges, zu erklären, allseitig als unhaltbar

Lage beibehalten, so erhält man die Lage des Kreuzes auf AB, wenn man $\alpha\beta\gamma\delta$ von der zu ac senkrechten Ebene $A'B'$ auf AB perspectivisch projicirt: man erhält so das schräge Kreuz $\alpha'\beta'\gamma'\delta'$. In der That kann man im Versuch leicht diese Formänderung des Nachbildes beobachten. Führt man nun solche Beobachtungen für die verschiedensten Theile des Sehfeldes aus, so zeigt sich, dass die Abweichungen der Kreuzarme von der Senkrechten ihrer Richtung und, so weit sich dies wahrnehmen lässt, auch ihrer Grösse nach den Abweichungen entsprechen, welche in Fig. 43 die scheinbar verticalen und horizontalen Linien im indirecten Sehen darbieten. Man kann also sagen: bei unbewegter Blicklinie fassen wir die Richtungen indirect gesehener Linien so auf, wie sie im directen Sehen erscheinen müssten, wenn der Blick bei unveränderter Lage des Bildes auf der Netzhaut von den Seitentheilen des Sehfeldes zu seinem jetzigen Fixationspunkte übergeführt würde. Oder mit andern Worten: bei starrer Fixation werden die perspectivischen Veränderungen des Netzhautbildes in den Seitentheilen des Sehfeldes nach den Eigenschaften der Objecte im directen Sehen berichtigt. Natürlich kann es sich nun dabei nicht um eine Berichtigung im logischen Sinne handeln, sondern nur um einen Einfluss, den in Folge unzähliger gewohnheitsmässiger Associationen die direct gesehenen auf die indirect gesehenen Theile ausüben. Fortwährend erfahren unsere Netzhautbilder, wenn wir den Blick hin- und herwandern lassen, perspectivische Veränderungen, die wir in Folge ihrer festen Gebundenheit an bestimmte Bewegungen des Auges nicht auf die Objecte selbst, sondern eben auf die Veränderungen des Standpunktes unseres Auges zu ihnen beziehen, indem wir dabei als Mass der wirklichen Beschaffenheit des Objectes dasjenige Bild betrachten, das uns dieses bei senkrechter Stellung des Sehfeldes zur Visirebene liefert. Auf diese Weise kommen demnach die an der Fig. 43 zum Ausdruck kommenden Richtungstäuschungen in ganz analogem Sinne unter dem Einfluss der Augenbewegungen oder vielmehr unter dem zusammenwirkenden Einfluss von Netzhautbild und Augenbewegung zu Stande, wie dies bei der in Fig. 42 dargestellten einfacheren Richtungstäuschung geschieht.

Auf ein solches Zusammenwirken von Netzhautbild und Augenbewegung sind schliesslich auch die oben erwähnten perspectivischen Täuschungen zurückzuführen, die man theils bei starrer

bestimmte Eigenschaften der Objecte, die zunächst Grössen- oder Richtungstäuschungen hervorbringen, an welche dann als Folgewirkungen von im wesentlichen compensatorischer Bedeutung wiederum durch Association perspectivische Vorstellungen sich anschliessen. Gegenüber allen diesen Formen von Täuschungen, bei denen der psychologische Vorgang der Association erst durch bestimmte physiologische Bedingungen hervorgerufen wird, bezeichnen wir nun solche Täuschungen, bei denen jener Vorgang direct wirksam ist, speciell als »Associationstäuschungen«.

Zwei Gruppen von Erscheinungen sind es, die hierher gehören, und die auf bekannte Associationsformen zurückführen. Erstens beobachten wir, dass sehr kleine Unterschiede zwischen irgend welchen räumlichen Gebilden, seien es nun einfache lineare Strecken, Winkel oder geschlossene Figuren, übersehen werden, wenn sie sehr klein sind: zwei gerade Linien, zwei Winkel, zwei ähnliche Figuren von wenig verschiedener Grösse erscheinen gleich gross. Sind zwei congruente Raumgebilde, z. B. zwei gleiche Strecken, Winkel, Kreise, in zwei neben einander dargebotenen Feldern einer Zeichnung das eine Mal von minimal grösseren, das andere Mal von minimal kleineren Gebilden der gleichen Art umgeben, so kann daher eine scheinbare Veränderung nach verschiedenen Richtungen stattfinden, so dass nun, wenn die beiden Gruppen ähnlicher Umgebungsobjecte übermerklich verschieden sind, auch die in Wirklichkeit gleichen Objecte selbst im Sinne ihrer Umgebung verschieden erscheinen. Neben der in den allgemeinen Eigenschaften unserer Sinnesempfindung begründeten begrenzten Fähigkeit unserer Auffassung räumlicher Unterschiede spielt hierbei ein Associationsvorgang, der mit dem der so genannten »Gleichheitsassociation« von einerlei Art ist, eine wichtige Rolle. Dies geht namentlich daraus hervor, dass jenes Uebersehen kleiner Unterschiede wesentlich begünstigt ist, wenn ein bestimmtes Object von einer Mehrzahl anderer umgeben wird. In diesem Falle wird dann durch diese Mehrzahl die Richtung der Veränderung bestimmt, indem das singulär gegebene Object im Sinne der es umgebenden mehreren Objecte verändert erscheint. Wir wollen die so entstehenden Täuschungen als die Täuschungen durch Angleichung bezeichnen.

erheblich geringer als für Streckenunterschiede; es kann daher auch dort in etwas weiterem Umfange eine Veränderung durch Angleichung stattfinden als hier.

Die Figuren 45 und 46 zeigen Beispiele der Angleichung und des Contrastes bei der Vergleichung von Strecken. In beiden Figuren ist die mittlere der dreigetheilten geraden Linien immer gleich gross, nämlich = 20 mm. In der oberen Linie der Fig. 45 betragen die äusseren Strecken 21, in der unteren 19 mm. Bei der Vergleichung ist man geneigt, dort auch die mittlere für grösser, hier für kleiner zu halten. Die Fig. 46 zeigt dieselbe Strecke von 20 mm oben von zwei viel kleineren, unten von zwei beträchtlich grösseren Strecken eingeschlossen. Hier erscheint die Strecke oben deutlich grösser als unten. Diese Contrasttäuschung ist, wie man sieht, viel bedeutender als die Angleichungstäuschung. Hier kann man schon durch das blosse Augenmass bei sorgfältiger Vergleichung die anfängliche Täuschung corrigiren, oder es kann sogar vorübergehend ein Umschlag in die Contrastwirkung und dadurch die Neigung zu einer umgekehrten Schätzung entstehen; bei der Contrastfigur ist das ganz unmöglich.

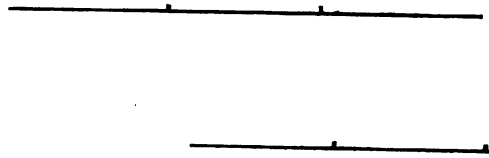

Fig. 45.

Fig. 46.

Einen etwas grösseren Spielraum hat die Angleichung bei Winkeln, wie die Fig. 47 zeigt, wo der mittlere Winkel in beiden Zeichnungen gleich gross, aber im einen Fall zwischen zwei grösseren, im andern zwischen zwei kleineren schwarzen Sectoren eingeschlossen ist. Dort ist man geneigt, den mittleren Winkel durch Angleichung vergrössert, hier verkleinert zu sehen. Aber auch in diesem Fall ist wieder die in Fig. 48 wahrzunehmende Contrasttäuschung viel augenfälliger.

Entsprechend diesem grösseren Umfang der Contrastwirkungen bemerkt man bei ihnen allein zugleich perspectivische Neben-

von kleineren umgeben grösser. Der Kreis links erscheint nun bei der Fixation eines zwischen beiden Zeichnungen gelegenen Punktes ferner, der Kreis rechts näher, eine Wirkung, die noch durch den wirklichen Grössenunterschied der äusseren Kreise in beiden Gruppen unterstützt

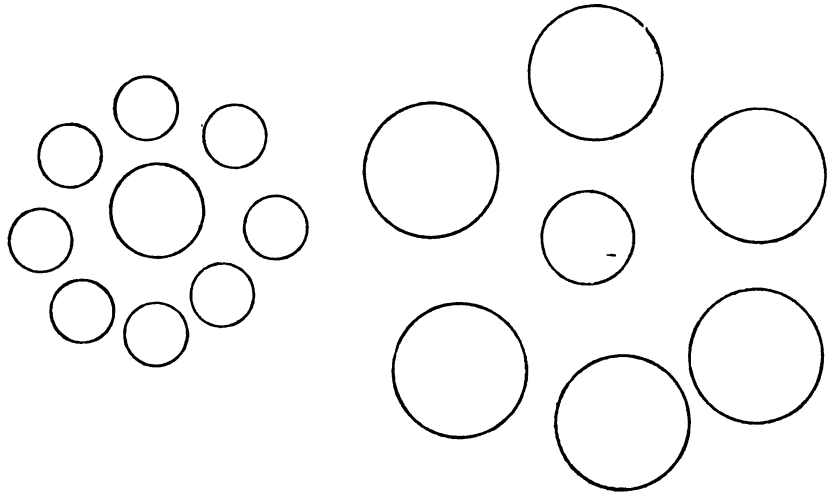

Fig. 49.

werden mag, da dieselbe leicht als die perspectivische Darstellung eines näheren und eines ferneren Objectes angesehen werden kann.

Einen Specialfall der Associationstäuschungen, bei dem jedoch in einzelnen Fällen Motive der Augenbewegung nicht ausgeschlossen sind, bilden diejenigen scheinbaren Grössenänderungen von Figuren, die durch ihr verschiedenes Verhalten zu leeren Zwischenräumen entstehen. Auch diese »Zwischenraumstäuschungen«, wie wir sie kurz nennen wollen, zerfallen wieder in Erscheinungen der Angleichung und des Contrastes. Dabei pflegt die Angleichung durch die Häufung des Motivs bei der Wiederholung gleicher Figuren augenfälliger zu werden. So zeigt die Fig. 50 zwei Gruppen horizontaler Linien von gleicher Grösse. Die Linien der oberen Gruppe sind aber durch engere Zwischenräume getrennt als die der unteren. In Folge dessen erscheinen dort auch die Linien selbst gewöhnlich etwas kleiner als hier. Die nämliche

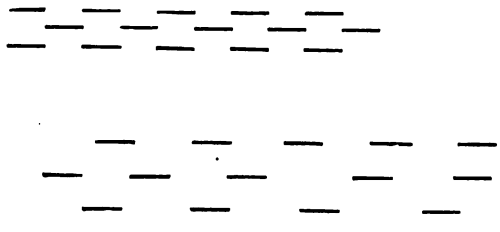

Fig. 50.

logische Bedingungen zurückführenden Täuschungen verändern immer zunächst die Beschaffenheit einer Gesichtswahrnehmung, worauf dann erst diese rein psychologischen Motive ihre Wirkungen äussern können. Die Associationstäuschungen ordnen sich übrigens einer grossen Menge analoger Thatsachen im Gebiet der Sinneswahrnehmungen unter. Bei dem Contrast insbesondere liegt es nahe, an die Contrasterscheinungen im Gebiete der Lichtqualitäten zu denken. Doch darf man hierbei nicht übersehen, dass wir im letzteren Fall allen Grund haben, eine Vermischung rein physiologischer Wirkungen von Licht- und Farbeneindrücken mit den allgemeingültigen psychologischen Contrastwirkungen anzunehmen[1]). Diese, um die es sich allein bei den räumlichen Contrasttäuschungen handeln kann, führen aber, ebenso wie die ihnen gegenüberstehenden Erscheinungen der »Angleichung«, auf das für alle Sinneswahrnehmungen gültige Princip zurück, dass wir die Eindrücke im allgemeinen nicht isolirt, sondern in ihren Verhältnissen zu einander auffassen. Diese relative Auffassung kann dann je nach den besonderen Bedingungen entweder zu Angleichung oder zu Contrast führen: das letztere im allgemeinen da, wo es sich um grössere Unterschiede handelt.

Der psychologische Charakter dieser Täuschungen erhellt schon aus den Bedingungen ihrer Entstehung. Noch directer lässt er sich darthun, wenn man diese Bedingungen derart variirt, dass trotz der unverändert bleibenden Beschaffenheit der Objecte die Täuschung verschwindet. Dies geschieht nämlich immer dadurch, dass man weitere Bedingungen einführt, welche die Vergleichung erleichtern. So verschwindet der in Fig. 46 (S. 140) erscheinende Contrast völlig oder wird auf ein Minimum reducirt, wenn man, wie in Fig. 52, die durch Contrast nach entgegengesetzter Richtung veränderten Strecken von gleicher Grösse nahe unter einander und eine dritte gleich grosse Strecke, die keinem Contrasteinfluss unterworfen ist, zwischen ihnen anbringt. Hier wird offenbar die durch die unmittelbare associative Beziehung

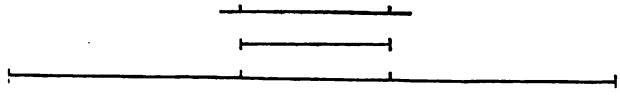

Fig. 52.

1) Vgl. meinen Grundriss der Psychologie[2], S. 303.

einige bekanntere Beispiele von Täuschungen anzuführen, die ohne weiteres auf mehrere Täuschungsursachen zurückführen. Wir wollen dabei so viel als möglich die verschiedenen Classen der im Obigen besprochenen Täuschungen berücksichtigen.

An die vorhin erwähnten Täuschungen der Fig. 12 (S. 85) schliesst sich unmittelbar, als analoge Complication variabler mit constanten Täuschungen, die in Fig. 53 dargestellte Täuschung an. Die Höhe sowohl wie die obere und untere Endlinie beider Figuren sind gleich. In *A* aber erscheint die Höhe niedriger, die horizontalen Endlinien dagegen erscheinen grösser als in *B*. Offenbar hat man

Fig. 53.

es hier mit einer Complication der constanten Täuschung bei der Vergleichung verticaler und horizontaler Strecken mit der MÜLLER-LYER'schen Täuschung (Fig. 16, S. 88) zu thun, indem in Fig. 53 *A* das Motiv des Typus *B*, in *B* das des Typus *A* auf die Horizontalen einwirkt.

Auf einer etwas verwickelteren Complication, jedoch ebenfalls mit starkem Uebergewicht eines Factors, beruhen die Täuschungen am Dreieck, die den geometrischen Zeichnern wohl längst bekannt sind, aber zuerst von OPPEL[1]) näher erörtert wurden. Die Fig. 54 *A* lässt diese Täuschungen, so weit sie sich auf die Linien des Dreiecks beziehen, mittelst der in ihr angebrachten Halbirungspunkte erkennen. Die Dimensionen des Dreiecksinhaltes nehmen natürlich an den scheinbaren Verlängerungen und Verkürzungen der Begrenzungslinien unmittelbar theil, so dass sie der besonderen Hervorhebung nicht bedürfen. In dem gleichschenkligen Dreieck, von dessen Spitze eine Senkrechte zur Basis gezogen ist, trifft die Täuschung am meisten diese Senkrechte selbst, etwas weniger die Seitenschenkel, am wenigsten endlich die Hälfte der Basis. Die Täuschung ist aber

1) Jahresber. des physik. Vereins zu Frankfurt a. M. 1856—57, S. 48 f.

nun auf dieser die Täuschung auf denselben relativen Betrag herabsinkt, den sie in Fig. 54 *A* auf der halben Grundlinie zeigt, während sie auf dem schrägen Schenkel entweder ganz oder nahezu null geworden ist. Lässt man von da aus das Dreieck weiterhin in ein stumpfwinkeliges übergehen, so nimmt dann auf der jetzt ausserhalb der Dreiecksfläche liegenden Lothlinie die Täuschung sehr rasch wieder zu.

Zu dieser Wirkung des Typus *A* des Motivs der Fig. 16 oder 55 muss nun als eine nothwendige Complication 2) die constante Grössentäuschung bei der Vergleichung höher und tiefer gelegener Theile einer verticalen Strecke hinzutreten (S. 106). Da der obere Theil einer solchen Strecke gegenüber dem unteren überschätzt wird, so muss diese constante Täuschung, die hauptsächlich für die Theilung der Senkrechten, in etwas geringerem Masse aber auch noch für die des schrägen Schenkels in Betracht kommt, der vorhandenen Täuschung entgegenwirken: diese müsste ohne jene constante Streckentäuschung noch bedeutender sein. Bei dem geringen Betrag der constanten Täuschung ist jedoch von vornherein anzunehmen, dass durch diese Complication nur eine sehr geringe Modification der wahrzunehmenden Täuschung erzeugt wird. In der That bestätigt sich das, wenn man dem Dreieck, wie in Fig. 54 *B*, die umgekehrte Lage gibt wie vorhin, so dass nun die variable Täuschung durch jene constante verstärkt werden muss. Die hierdurch erzielte Veränderung ist offenbar so unerheblich, dass der Einfluss dieser Complication als ein verschwindend kleiner gegenüber dem bedeutenden Betrage der ganzen Täuschung angesehen werden kann.

Hierzu kommt endlich noch 3) als ein wenigstens möglicher Einfluss der der spitzen Winkel, der eine Richtungstäuschung und in Folge dieser eine perspectivische Täuschung zur Folge haben kann. Die Winkeltäuschung muss in Fig. 54 in erster Linie die Winkel an der Spitze treffen, und ihre perspectivische Compensation kann nur darin bestehen, dass die Spitze dem Beschauer näher als die Basis zu liegen scheint. Dadurch werden aber auf der Senkrechten und auf der der Spitze anliegenden Seite perspectivische Verkürzungen entstehen, welche dem Sinne nach den wirklich wahrzunehmenden entsprechen. Auch der Betrag dieses Factors wird jedoch im allgemeinen als ein relativ unerheblicher zu veranschlagen sein. Für seinen Einfluss spricht die Beobachtung, dass man bei monocularer

im einzelnen als wirksam nachgewiesen sind, so müssen sie auch bei der Täuschung der Fig. 56 zusammenwirken.

Hieran mag endlich noch als ein letztes Beispiel von Complication einer constanten und einer variabeln Täuschungsursache, bei dem aber im Unterschied von den bisherigen Fällen die constante Täuschung vorherrscht, eine von J. LOEB[1]) beschriebene Erscheinung angereiht werden. Während der Kopf feststeht und das Auge einen Punkt der in der Medianebene liegenden Linie *M* fixirt, bringe man (Fig. 57 *A*) seitlich, z. B. rechts, von der Medianlinie *M* zwei lange

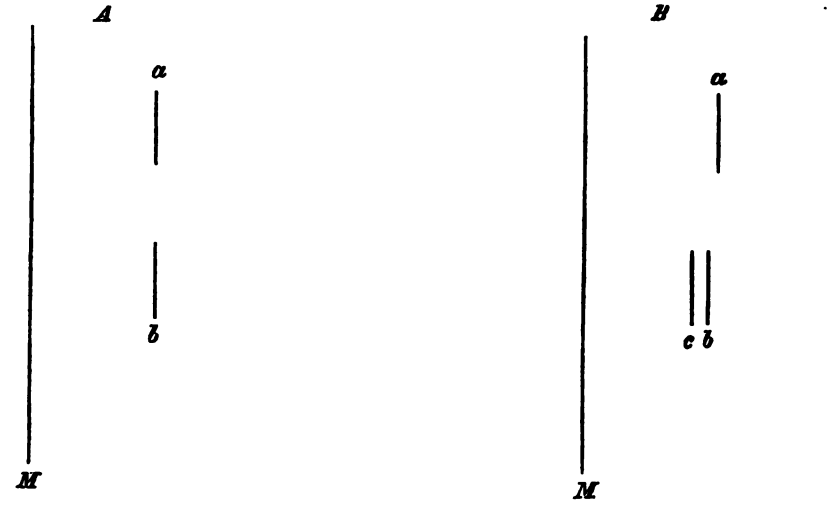

Fig. 57.

verticale Streifen *a* und *b* aus schwarzer Pappe in einiger Entfernung von einander an und stelle die Aufgabe, diese Streifen so einzustellen, dass *b* in der Verlängerung von *a* liegt. Dabei werden verhältnissmässig nur kleine constante Fehler begangen. Namentlich dann, wenn *M* durch einen dicken verticalen Streifen bezeichnet ist, sind bei diesem Versuch *a* und *b* nahezu wirklich in einer Geraden gelegen, die dem Streifen *M* parallel ist. Bringt man nun aber einen dritten Streifen *c* zwischen *M* und *b* an, so muss man *b* näher an *M* heranschieben, damit es als Fortsetzung von *a* erscheine, so wie dies in Fig. 57 *B* angedeutet ist. Der zwischenliegende Eindruck hat also die Wirkung, dass er die Vorstellung des Zwischenraums

1) PFLÜGER's Archiv, LX, S. 512 ff.

einwärts gerichtete Neigung im Sinne der RECKLINGHAUSEN'schen constanten Täuschung gibt. Hiernach lässt sich die LOEB'sche Täuschung als ein Phänomen auffassen, bei dem die genannte constante Richtungstäuschung zuerst durch den Eindruck gleich gerichteter und paralleler gerader Linien aufgehoben (Fig. 57 *A*), und dann durch Compensation dieses Eindrucks mittelst der bekannten variabeln Winkeltäuschung wiederhergestellt wird (*B*). Ob ausserdem möglicher Weise der associative Einfluss der »Angleichung« in ähnlicher Weise wie in einigen unten noch zu erörternden Beispielen (Fig. 61) eine Rolle spielt, mag hier dahingestellt bleiben. Er würde als eine Unterstützung des Effectes der Winkeltäuschung in dem Sinne aufzufassen sein, dass *b* und *c* gleichzeitig eine angleichende Wirkung auf *a* ausüben[1]).

Hatten wir es in den bisherigen Beispielen mit Verbindungen variabler und constanter Strecken- und Winkeltäuschungen zu thun, so können sich nun auch weiterhin solche auf primäre physiologische Momente zurückführende Täuschungen mit verschiedenen Associationstäuschungen compliciren. Hierher dürfte zunächst eine bekannte, zuerst wohl von MÜLLER-LYER beschriebene Täuschung zu rechnen sein, die an Fig. 58 zu bemerken ist. Der untere kleine Bogen ist mit demselben Radius beschrieben, gehört also zum selben Kreise, wie der obere grosse Bogen. Er scheint aber zu einem Kreise von grösserem Radius zu gehören, der vom selben Centrum aus beschrieben ist. Die nächste Ursache der Täuschung liegt hier offenbar in einer relativen Ueberschätzung des kleinen Bogenstückes, die der bekannten Ueberschätzung spitzer Winkel entspricht. Indem nun die

Fig. 58.

1) LOEB's Erklärung dieser Täuschung aus dem »Contrast« leidet an den Mängeln der Contrasttheorie überhaupt (vgl. unten S. 160 ff.). Auch die Annahme von HEYMANS (Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. der Sinnesorg. XIV, S. 119 ff.), dass die ZOELLNER'sche und die LOEB'sche Täuschung identisch seien, ist, wie aus der unmittelbaren Beziehung dieser zur RECKLINGHAUSEN'schen Täuschung hervorgeht, nicht haltbar. Schon der Umstand, dass die LOEB'sche Täuschung bloss bei starrer Fixation auftritt, die ZOELLNER'sche umgekehrt bei bewegtem Blick, wenigstens so weit sie Winkeltäuschung ist, auffallender wird, scheidet beide von einander.

Associationstäuschung durch Angleichung. Darum kann man nun auch trotz Beibehaltung der sonstigen Eigenschaften der Figur die Verstärkung der Täuschung beseitigen und diese auf das bei den Trapezen beobachtete Mass zurückführen, wenn man, wie es in Fig. 60 geschehen ist, in jedem Segment die Lage der Bogen vertauscht. Dann bleibt die Richtungstäuschung in Bezug auf die hinzugedachten Verbindungslinien der correspondirenden Ecken dieselbe, nur dass sie sich wegen des entgegengesetzten Verlaufs der schrägen Linien umkehrt, daher denn in diesem Fall die obere Figur, nicht die untere kleiner erscheint. Zu einer Associationstäuschung wie in Fig. 59 ist aber keine Gelegenheit mehr gegeben.

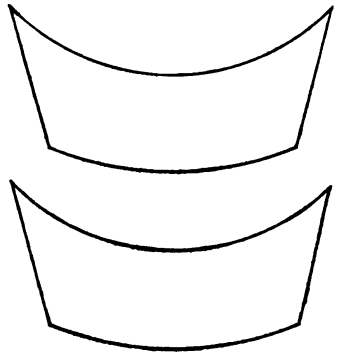

Fig. 60.

Wie in diesen Beispielen eine Associationstäuschung zu andern Täuschungsursachen hinzutritt, so können sich nun auch unter Umständen mehrere Assosationstäuschungen gleicher Art verbinden, um sich je nach Umständen zu verstärken oder zu compensiren. Wenn man zwei Stücke einer geraden Linie zieht, die durch einen grösseren leeren Zwischenraum von einander getrennt sind, und wenn man nun in diesem leeren Zwischenraum zwischen beiden Linien in angemessenen, nicht zu kleinen Abständen Punkte anbringt, so ist man geneigt, diese Punkte auch dann noch in die Fortsetzung der Geraden zu verlegen, wenn sie in Wirklichkeit ein wenig über oder unter jener ideellen Fortsetzung liegen. Diese Angleichung an die Richtung der Geraden wird verstärkt, wenn man auf der Seite, nach der die Angleichung stattfinden soll, noch einmal nahe den vorigen und ihnen parallel eine gerade Linie oder Stücke einer solchen zieht. Bringt man nun aber, wie in Fig. 61, die Punkte genau in der Fortsetzung der ersten Geraden an, so übt die zweite gleichwohl noch ihre angleichende Wirkung aus. In Folge dessen erscheinen jetzt, wie MELLINGHOFF[1])

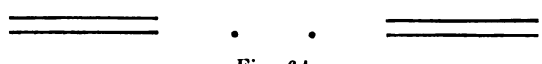

Fig. 61.

1) Vgl. meine Physiolog. Psychol.[4], II, S. 146.

liegt. In Fig. 63 erscheint augenscheinlich oben die mittlere Strecke grösser als die ihr gleiche, die isolirt darunter gezeichnet ist, weil sie durch den Contrast gegen die kleinen seitlichen Strecken gehoben wird. Die Fig. 63 ist aber nur eine Durchmesserlinie durch den Kreis *A* der Fig. 62. In Uebereinstimmung mit dieser Erklärung verschwindet denn auch die Täuschung, wenn man den inneren Kreis sehr viel kleiner macht, oder wenn man, was auf dasselbe hinausläuft, den contrasterzeugenden Unterschied der Strecken in der oberen Figur 63 beseitigt. Betrachtet man die Täuschungen in Fig. 15 und 62 als zusammengehörige, so bilden dieselben demnach eine Complication der durch einzelne Fixirpunkte erzeugten Grössentäuschung mit dem Contraste.

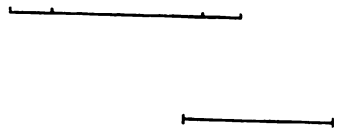

Fig. 63.

Insofern die durch einen bestimmten Verlauf von Fixationslinien hervorgerufenen perspectivischen Täuschungen indirect ebenfalls auf Associationswirkungen beruhen, mag schliesslich den zuletzt erörterten Complicationen die in Fig. 64 und 65 dargestellte Umkehrung einer Täuschung angereiht werden. Dass in Fig. 64 die oberen Parallelen meist etwas weiter von einander entfernt scheinen als die unteren, obgleich in Wirklichkeit beide Distanzen übereinstimmen, kann wohl auf die in § 3 erörterten Bewegungsmotive und auf einen in gleicher Richtung wirksamen Contrast zurückgeführt werden. Indem der Blick die untere Figur vorzugsweise in horizontaler, die obere mehr in verticaler Richtung durchläuft, muss jene relativ höher erscheinen. Dieser Effect wird aber verstärkt, indem durch den Contrast zur unteren Figur die obere relativ zu schmal und demnach auch relativ zu hoch erscheint. In Fig. 65 wird nun durch die seitlichen Begrenzungslinien dieser ganze Effect in sein Gegentheil verkehrt. Während die obere Figur wegen der geraden seitlichen Grenzlinien in der Ebene der Zeichnung zu liegen scheint, gewährt die untere das Bild einer Erstreckung nach der Tiefe des Raumes, wobei wegen der perspectivischen Verkürzung die Fläche selbst als grösser aufgefasst werden muss. Hierfür ist es gleichgültig, ob man das

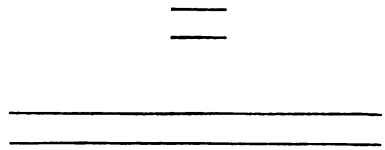

Fig. 64.

richtigen Wahrnehmungsinhaltes in Folge von Bedingungen, welche die richtige Auffassung oder Deutung dieses Inhaltes trüben. In diesem Sinne subsumirt man auch die geometrisch-optischen Täuschungen den »Urtheilstäuschungen«. Wenn uns eine eingetheilte Strecke grösser erscheint als eine nicht eingetheilte, oder wenn in der ZOELLNER'schen Figur die parallelen geraden Linien vom Parallelismus abzuweichen scheinen, so sollen wir eigentlich dort beide Strecken gleich gross und hier alle Linien parallel sehen, aber unser Urtheil über diese Verhältnisse soll durch irgend welche Umstände in die Irre geführt werden.

Sobald man nun diese intellectualistische Auffassung zu Grunde legt, muss zunächst die Frage entstehen, in welcher allgemeinen menschlichen Eigenschaft denn diese so häufige Verführung zu falschen Urtheilen über unsere Wahrnehmungsinhalte ihre Quelle habe. In dem Netzhautbilde kann diese Quelle nicht gesehen werden; denn seiner im allgemeinen richtigen Beschaffenheit entnimmt man ja hauptsächlich die Berechtigung, die Täuschungen überhaupt als »Urtheilstäuschungen« anzusehen. So betrachtet man denn als die eigentliche Ursache aller dieser Erscheinungen diejenige menschliche Eigenschaft, von der man auch sonst noch weiss, dass sie leicht unser nüchternes Urtheil in die Irre führt: die Einbildungskraft.

Die Theorie von der irreführenden Macht der Einbildungskraft bildet nun die Muttertheorie, aus der alle andern psychologischen Theorien hervorgegangen sind. Sie selbst in ihrer ursprünglichen Gestalt besteht aber in der Annahme, dass wir durch unsere Fähigkeit, uns beliebige Dinge einzubilden, leicht verführt würden, die Objecte anders zu sehen, als sie eigentlich sind. In dieser ihrer ursprünglichen Gestalt ist sie hauptsächlich auf die »umkehrbaren Täuschungen« angewandt worden. Hier schien natürlich die proteusartige Verwandelbarkeit der Erscheinungen einen solchen Spuk einer beliebig schaltenden Einbildungskraft besonders plausibel zu machen. Da bei den übrigen Täuschungen ähnliche Verwandlungen nicht oder doch nur unter ganz besonderen Umständen eintreten, so wurde nun aber auch vornehmlich ihnen gegenüber die ohnehin doch wegen ihrer allzu grossen Unbestimmtheit etwas verdächtige Einbildungstheorie zu allerlei Modificationen veranlasst, aus deren specieller Ausgestaltung dann die folgenden Theorien hervorgingen.

schungen ausgegangen, statt sie an den Schluss seiner Untersuchung zu stellen, so würde ihm das richtige Verhältniss zwischen jenen verschiedenen Factoren kaum entgangen sein.

Einen weiteren, von etwas anderen Gesichtspunkten aus unternommenen Versuch, die allzu vage Annahme der Phantasietheorie exacter zu determiniren, macht die Contrasttheorie, die vornehmlich HELMHOLTZ seiner Erklärung der geometrisch-optischen Täuschungen zu Grunde gelegt hat, ohne dabei übrigens auf die Mithülfe anderer Momente, wie namentlich der Augenbewegungen, ganz zu verzichten; doch gelten sie ihm, dem Haupteinfluss des Contrastes gegenüber, durchaus als nebensächlich[1]). Von den beiden in der ursprünglichen Einbildungstheorie enthaltenen Bestandtheilen, wonach die geometrisch-optischen Täuschungen erstens Erzeugnisse unserer frei schaltenden Einbildungskraft und zweitens Irreleitungen unseres Urtheils seien, hat sich die perspectivische Theorie den ersten, die frei schaltende Einbildungskraft, angeeignet und genauer zu bestimmen gesucht. Die Contrasttheorie bemächtigt sich des zweiten, der Irreleitung des Urtheils. Auch die Erscheinungen des simultanen Farben- und Helligkeitscontrastes beruhen nach HELMHOLTZ auf Urtheilstäuschungen[2]). Er legt daher Werth darauf, dass Contrast immer nur da entstehe, wo »eine gewisse Breite des Zweifels« vorhanden sei, und wo eben darum leicht das Urtheil nach der einen oder andern Seite sich neigen könne. Ausserdem sollen aber alle Contrasterscheinungen von der Regel beherrscht sein, »dass deutlich zu erkennende Unterschiede grösser erscheinen als undeutlich zu erkennende von gleicher objectiver Grösse«. Eben dieser Regel folgen nun nach HELMHOLTZ' Ansicht die wesentlichsten Täuschungen des Augenmasses. So halten wir eine getheilte Raumgrösse für grösser als eine ungetheilte, »weil die directe Wahrnehmung der Theile uns deutlicher erkennen lässt, dass die betreffende Grösse so viel und so grosse Theile enthalte, als wenn die Theile nicht erkennbar abgezeichnet sind«. So erscheinen spitze Winkel verhältnissmässig zu gross, wenn wir sie mit stumpfen vergleichen, weil sie »deutlich abgegrenzte kleine Grössen« sind, u. s. w. In neuerer Zeit haben sich besonders J. LOEB und HEYMANS dieser Contrasttheorie angeschlossen, und der letztere hat

1) HELMHOLTZ, Physiol. Optik[2], S. 705 ff.

2) Ebenda S. 564.

begründeten abweichender und in Folge seiner verschiedenen Bedeutungen in verschiedenen Fällen völlig unbestimmter, sondern es wird auch eine Anwendung von ihm gemacht, zu welcher der Begriff an und für sich durchaus nicht berechtigt. Wo wir im berechtigten Sinne von einer Contrasterscheinung reden, wie z. B. bei dem Contrast von hell und dunkel oder von grün und roth, da verstehen wir unter ihr eine Thatsache der Erfahrung, über deren Ursache damit noch gar nichts ausgesagt wird. Eben darum gibt es ja zwar nur eine und dieselbe Thatsachengruppe von Contrasterscheinungen, aber sehr verschiedene Contrasttheorien, die diese Erscheinungen zum Theil in sehr abweichender Weise erklären. Im vorliegenden Falle gilt aber der Begriff des Contrastes nicht bloss als der Ausdruck einer Thatsache, sondern zugleich als Erklärungsgrund, und wenn je, um ihn zum Range eines solchen zu erheben, noch etwas Näheres hinzugefügt wird, so besteht es höchstens in dem an und für sich sehr bestreitbaren Satze, dass »deutlich zu erkennende Unterschiede in der Regel grösser erscheinen als undeutlich zu erkennende«. Man ersieht aber unschwer, worin diese Veränderung des Contrastbegriffs und die sich daran anschliessende Umwandlung seiner Definition in eine Interpretation der Erscheinungen ihre eigentliche Quelle hat. Sie entspringt augenscheinlich daraus, dass zuvor der Contrast, speciell der Farben- und Helligkeitscontrast, auf eine »Urtheilstäuschung« zurückgeführt worden war. Damit ist dann jede andere Erscheinung, die man als Contrast bezeichnet, eo ipso auch als Urtheilstäuschung charakterisirt und als solche erklärt. In Wahrheit ist sie aber offenbar gar nicht erklärt. Da »Contrast« in diesem Falle in Wahrheit nichts anderes bedeutet als »Unterschied«, so besteht die Erklärung des scheinbaren Unterschieds eingetheilter und nicht eingetheilter Strecken, spitzer Winkel gegenüber stumpfen Winkeln eben in nichts anderem als in der Aussage, dass wir jene für relativ grösser halten als diese.

MÜLLER-LYER hat das Verdienst, gegenüber dieser falschen Uebertragung des Contrastbegriffs, wirkliche und echte Contrasterscheinungen auf dem Gebiete der geometrisch-optischen Täuschungen nachgewiesen zu haben[1]). Die Grunderscheinungen dieses Contrastes haben wir

1) Vgl. oben S. 139.

begründeten abweichender und in Folge seiner verf der
Bedeutungen in verschiedenen Fällen völlig unbestimmt nen-
es wird auch eine Anwendung von ihm gemacht schen
der Begriff an und für sich durchaus nicht berechti schen
berechtigten Sinne von einer Contrasterscheinung re wegung
dem Contrast von hell und dunkel oder von grü onfluxion«
stehen wir unter ihr eine Thatsache der F doch MÜLLER-
Ursache damit noch gar nichts ausgesagt wi er nach einem
ja zwar nur eine und dieselbe Thatsachenp gengesetzter Wir-
nungen, aber sehr verschiedene Contras er That: es besteht,
nungen zum Theil in sehr abweichen einer räumlichen Form
liegenden Falle gilt aber der Begriff Angleichung und Contrast
der Ausdruck einer Thatsache, son sich von Confluxion und Con-
und wenn je, um ihn zum Ran der verursacht die »Angleichung«
etwas Näheres hinzugefügt wir stets nur geringgradige Täuschungen,
und für sich sehr bestreitbar rast zusammengenommen decken überhaupt
Unterschiede in der Regel Gebiet von Erscheinungen. Beide Momente
kennende«. Man ersieht beeinflussen natürlich unsere räumlichen
des Contrastbegriffs un unsere zeitlichen Vorstellungen oder wie die
seiner Definition in c unserer Empfindungen. Aber gerade die grosse
liche Quelle hat. Täuschungen, alle jene nämlich, die nach der obigen
der Contrast, sp auf die Bedingungen der Blickbewegung zurückgehen,
»Urtheilstäusch ihnen nicht berührt.
andere Ersc Entwicklung hat endlich die Einbildungstheorie in
als Urtheils aufgestellten »mechanisch-ästhetischen« Theorie
heit ist Auch sie geht von der Anschauung aus, dass jede
Falle täuschung. Täuschung eine »Urtheilstäuschung« sei. Sie
beste geometrisch-optische Täuschungen allgemein darin, dass ein
nich sieht aber den Ursprung dieser Täuschungen
ke Wahrnehmungsbild nicht direct mit einem andern Wahrnehmungsbild,
r

[1] Sie ist von ihm zum Theil in verschiedenen früheren Aufsätzen, besonders aber in einem systematischen Abriss in Bd. XII der Zeitschr. f. Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane, S. 39 ff., entwickelt worden. Doch ist dieser Abriss nur eine vorläufige Mittheilung, die ein ausführliches Werk über den gleichen Gegenstand in Aussicht stellt. Dieses Werk ist unter dem Titel »Raumästhetik und geometrisch-optische Täuschungen« (Leipzig 1897) erschienen, als die vorliegende Arbeit schon druckfertig war, und konnte daher nicht mehr berücksichtigt werden.

die primäre Thätigkeit: darum erscheint eine verticale Ausdehnung grösser als eine gleich grosse horizontale. Wenn eine gegebene Richtung sich ändert, so begegnen sich einerseits eine Tendenz der Aenderung der Richtung und anderseits eine Tendenz des Fortbestandes derselben. Da hier die erstere Tendenz die primäre ist, so besteht eine »Nöthigung zur Ueberschätzung von Richtungsunterschieden«. Diese Beispiele werden genügen, um die Theorie nach Inhalt und Methode im allgemeinen zu charakterisiren. Nur das eine mag noch hervorgehoben werden, dass die früher (in § 7) beschriebenen und dem Contrast gegenübergestellten Erscheinungen der »Angleichung«, wie dort schon bemerkt wurde, auch LIPPS nicht entgangen sind. Er ordnet sie in sein System der Tendenzen und Gegentendenzen ein, indem er ausführt, nach dem Princip der Einheit entstehe die Nöthigung, »die ausdehnende Kraft in neben einander gegebenen Raumgrössen als gleich anzusehen«, d. h. es ergebe sich »eine grössere Tendenz der Ausdehnung bei den enger begrenzten Ausdehnungen«[1]).

Dieser Theorie lässt sich jedenfalls ein Verdienst nicht abstreiten: sie macht den ernsthaften Versuch, die vage Unbestimmtheit der alten Phantasietheorie zu beseitigen, indem sie die Wirksamkeit der Phantasie derart näher zu analysiren sucht, dass nicht doch schliesslich, wie es der perspectivischen Theorie widerfahren ist, der endgültige Erfolg völlig unberechenbaren Einbildungsvorstellungen anheimgegeben wird. Aber die Theorie von LIPPS hat zwei Fehler, die sie — was auch immer ihr ästhetischer Werth sein möge — als psychologische Theorie unmöglich machen. Der erste dieser Fehler besteht darin, dass sich ihre Voraussetzungen einer directen empirischen Nachweisung entziehen. Dass unsere ästhetische Phantasie die Objecte belebt, indem wir unser eigenes Fühlen und Streben in sie hineintragen, ist sicherlich im allgemeinen wahr: abgesehen von aller Aesthetik beweisen das die animistischen Vorstellungen, die wir als Erzeugnisse der Volksphantasie kennen. Aber dass wir in jede räumliche Form ein Streben nach Ausdehnung und eine andere ihr entgegengesetzte Tendenz der Contraction hineindenken, das lässt sich weder aus den animistischen noch aus den ästhetischen Vorstellungen

1) A. a. O. S. 53.

und starre Fixation anderseits auf bestimmte Täuschungen ausüben, wenigstens in dem vorliegenden Abriss der Theorie gänzlich unberücksichtigt. Bei aller Anerkennung des Bemühens um eine genauere Feststellung der Wirksamkeit der Phantasie bei den geometrisch-optischen Täuschungen vermag ich daher einen haltbaren Versuch zur Erklärung dieser Täuschungen in der mechanisch-ästhetischen Theorie nicht zu erblicken.

§ 10. Analyse der allgemeinen Bedingungen geometrisch-optischer Täuschungen.

Die verschiedenen psychologischen Theorien geometrisch-optischer Täuschungen, die wir kennen gelernt haben, stimmen, so verschieden sie sonst sein mögen, in einem wesentlichen Punkte überein. Ihnen allen gelten diese Täuschungen als »Urtheilstäuschungen«. Sie setzen voraus, dass ursprünglich ein an sich richtiger Wahrnehmungsinhalt gegeben sei, der dann aber durch irgend welche irreführende Einflüsse der Einbildungskraft oder einer ungenauen Vergleichung der Objecte gefälscht werde. In dieser intellectualistischen Auffassung liegt zugleich die Quelle der rein psychologischen Richtung dieser Theorien. Denn eine Urtheilstäuschung ist an und für sich ein psychologischer Vorgang. Sie ist freilich zugleich ein logischer Vorgang. Aber gerade hierin sieht man eine Bürgschaft des psychologischen Charakters der Täuschungen, da diese Interpretationsversuche an dem intellectualistischen Vorurtheil der Vulgärpsychologie festhalten, wonach alle seelischen Vorgänge in bewussten oder unbewussten logischen Urtheilen und Schlüssen bestehen sollen.

Dieser ganzen Betrachtungsweise wird nun der Boden entzogen, wenn man von solchen offenbar nachträglich erst zu den Erscheinungen hinzugedachten logischen Denkacten abstrahirt und sich vergegenwärtigt, was unmittelbar und thatsächlich bei jeder so genannten optischen Täuschung als Wahrnehmungsinhalt gegeben ist. Dann kann es keinem Zweifel unterliegen, dass eben das was wir die optische Täuschung nennen, selbst zu diesem Wahrnehmungsinhalt gehört. Ich sehe wirklich die eingetheilte Strecke grösser als die nicht eingetheilte, den spitzen Winkel relativ grösser als den stumpfen u. s. w., und ich würde diese Dinge absolut nicht anders sehen,

Wahrnehmungsvorgang selbst schon gegeben, es kann nicht ein von ihm grundsätzlich verschiedener, ihm erst nachträglich hinzugefügter Bestandtheil sein. Durch diesen Sachverhalt werden augenscheinlich alle diejenigen Theorien von vornherein in Frage gestellt, deren Wesen eben darin besteht, dass sie den Inhalt der Täuschung überall erst als ein zu einer ursprünglichen, an und für sich richtigen Wahrnehmung Hinzukommendes ansehen, das jene in ein täuschendes Truggebilde umwandle. Ist aber die Grundlage dieser Theorien unrichtig, so wird es um so begreiflicher, dass sie auch im Einzelnen, wie wir oben gesehen haben, der kritischen Prüfung nicht standhalten, abgesehen von besonderen Punkten, wo gewisse Beobachtungen auch in ihnen einen zutreffenden oder mindestens (so weit nicht auch hier jenes Vorurtheil wirksam wird) einen theilweise zutreffenden Gesichtspunkt zur Geltung bringen, wie dies z. B. bei dem von MÜLLER-LYER nachgewiesenen Contrast oder bei der von LIPPS hervorgehobenen Ausgleichung kleiner Unterschiede der Fall ist.

Betrachten wir nun aber das, was wir eine optische Täuschung nennen, als einen integrirenden Bestandtheil des ursprünglichen Wahrnehmungsinhaltes selbst, so können selbstverständlich alle diejenigen physiologischen oder psychologischen Bedingungen, welche diesen Inhalt überhaupt bestimmen, auch auf jenen Bestandtheil von Einfluss sein. Dass bei ihm bloss psychologische Momente in Betracht kommen, wird sogar von vornherein als sehr unwahrscheinlich gelten müssen, da ja überhaupt jede Wahrnehmung immer erst auf Grund bestimmter physiologischer Bedingungen, wie sie in der Structur und Function der Sinnesorgane begründet liegen, zu Stande kommt. Bei den optischen Täuschungen wird in dieser Beziehung namentlich an zwei Bedingungen zu denken sein: an die Beschaffenheit des Netzhautbildes und an die Bewegungen des Auges. Dass beide Bedingungen Störungen des Sehens und darum auch optische Täuschungen im weiteren Sinne des Wortes herbeiführen können, ist aus den dioptrischen Bildverzerrungen und den Irradiationserscheinungen einerseits, aus den beim Strabismus und bei Augenmuskellähmungen vorkommenden Störungen des Sehens anderseits bekannt. Nun bilden die geometrisch-optischen Täuschungen ein besonderes Erscheinungsgebiet, bei dem der Grund der Täuschung weder so unmittelbar auf die Beschaffenheit des Netzhautbildes wie z. B. bei

bewegungen erzeugt und daher selbst am häufigsten entsteht. Aber die hierin zu Tage tretenden psychologischen Bedingungen der Erscheinungen documentiren sich ebenso wenig als Schöpfungen eines launenhaften Phantasievermögens wie als Wirkungen, die von einzelnen fest bestimmten Vorstellungen durch ihre Reproduction auf den Sinneseindruck ausgeübt werden, sondern sie ordnen sich durchaus jenen Erscheinungen der Assimilation der Vorstellungselemente unter, die uns überall als wichtige Factoren der unmittelbaren Sinneswahrnehmungen begegnen[1]). Blickbewegungen von bestimmter Richtung haben in zahllosen früheren Fällen Bestandtheile perspectivischer Vorstellungen von bestimmter Beschaffenheit gebildet. Sie erwecken daher auch andere, optische Bestandtheile solcher Vorstellungen, welche sich mit den Elementen des in der Wahrnehmung gegebenen Bildes zu einem Assimilationsproduct verbinden, das nunmehr selbst als der wahrgenommene Gegenstand erscheint.

Wie bei den umkehrbaren perspectivischen Täuschungen, so erwiesen sich auch bei jenen variabeln Strecken- und Richtungstäuschungen, die zugleich sämmtlich den Charakter nicht umkehrbarer perspectivischer Täuschungen besitzen, Netzhautbild und Blickbewegung als entscheidende physiologische Bedingungen, beide aber nicht etwa in gesondertem Einflusse, sondern in untrennbarer Wechselwirkung mit einander. Die Frage, ob die perspectivische Vorstellung, oder ob die mit ihr verbundene Grössentäuschung das Primäre sei, konnte in diesem Falle überall zu Gunsten der letzteren entschieden werden; und die Variation der Beobachtungen erwies dann die relative Energie der Blickbewegung als das für die Grössentäuschung massgebende Moment. Das Netzhautbild machte aber seinen Einfluss gerade darin geltend, dass der perspectivischen Vorstellung eine compensatorische Bedeutung in dem Sinne zukam, dass sie die durch die Blickbewegung entstandene Veränderung des Eindrucks mit den in der Beschaffenheit des Netzhautbildes gegebenen Bedingungen in Einklang brachte. Da nun diese Compensation mit derselben Unmittelbarkeit der Anschauung sich vollzieht, wie sie der Wechselwirkung der elementaren Bedingungen unserer Sinneswahr-

1) Hinsichtlich des Begriffs der Assimilation und seiner Anwendungen sei hier auf meine Physiol. Psychologie[4], II, S. 439 ff., verwiesen.

nicht kleiner geschätzt, wenn man die nicht eingetheilte hinwegnimmt, sondern ihre scheinbare Grösse bleibt dieselbe. Hiernach haben die Associationstäuschungen überhaupt gegenüber den anderen Formen einen secundären Charakter. Die associative Beziehung selbständiger Vorstellungen zu einander, auf die sie zurückführen, ist eben ein Vorgang, der bereits die einzelnen Wahrnehmungsinhalte voraussetzt. Die primären Täuschungen dagegen sind, so weit sich an ihnen psychologische Bedingungen betheiligen, augenscheinlich nichts anderes als Sinneswahrnehmungen, bei denen die bei der Bildung dieser stets wirksamen Assimilationsprocesse unter Bedingungen stattfinden, die dem entstehenden Wahrnehmungsinhalte für unsere nachträgliche logische Beurtheilung den Charakter einer »Täuschung« verleihen.

Von jenen beiden Bedingungen, die wir bei den geometrisch-optischen Täuschungen im allgemeinen wirksam fanden, Netzhautbild und Blickbewegung oder Blickrichtung, kann nun die erste, das Netzhautbild, hier ausser Betracht bleiben. Dass es den Inhalt einer Gesichtswahrnehmung in erster Linie bestimmt, ist ja allerseits anerkannt; die Frage aber, wie das geschieht, ob unmittelbar oder durch irgend welche hypothetisch zu interpolirende Hülfsmittel und Zwischenglieder, muss theoretischen Erwägungen überlassen bleiben, auf die wir hier, wo es sich nur um die Feststellung thatsächlich gegebener Bedingungen des Sehens handelt, nicht einzugehen haben. Anders steht es mit der Blickbewegung. Dass sie überhaupt irgend etwas mit der räumlichen Ordnung der Gesichtsobjecte zu thun habe, oder dass sie gar eine ebenso wesentliche Bedingung derselben sei wie das Netzhautbild, wird von vielen Physiologen eifrig bestritten, und auch bei der Erklärung der geometrisch-optischen Täuschungen ist daher die Tendenz, diese ausschliesslich aus den Eigenschaften des Netzhautbildes abzuleiten, beinahe die vorherrschende zu nennen. Wenn nun die Analyse der Erscheinungen diese Ansicht nicht bestätigen konnte, vielmehr gerade bei den wichtigsten, mit den Bedingungen der ursprünglichen Wahrnehmung am engsten zusammenhängenden Täuschungen die Augenbewegung als den massgebenden Factor nachwies, so wird damit auch die Frage nahe gelegt, ob es denn empirische (nicht erst hypothetisch angenommene) Eigenschaften der Augenbewegungen gebe,

und dass man an einer Hypothese nicht mehr um einer anderen Hypothese willen festhalten darf, wenn sie selbst der Erfahrung widerstreitet. Nun ist es keine Frage: die Annahme, dass wir von den Stellungen und Bewegungen unseres Auges oder anderer Glieder unseres Leibes eine unmittelbare, von allen begleitenden Empfindungen unabhängige Vorstellung besitzen, widerstreitet insofern der Erfahrung, als solche Empfindungen mindestens bei ausgiebigeren Bewegungen und Lageänderungen stets vorhanden sind. Dass wir starke Bewegungen des Auges nach oben, unten, aussen, innen, und dass wir stark excentrische Stellungen empfinden, ist unzweifelhaft, ebenso, dass diese Empfindung nicht etwa bloss in einer Vorstellung von oben, unten, aussen, innen, sondern in einer im Auge selbst localisirten Druckempfindung besteht, die bei stark excentrischen Augenstellungen sogar unangenehm werden kann. Nun ist allerdings bei minder umfangreichen Bewegungen diese Druckempfindung minder deutlich, und bei sehr kleinen Bewegungen sind wir unsicher, ob sie überhaupt existirt. Gleichwohl wird man voraussetzen dürfen, dass die Regel »grosse Ursachen grosse Wirkungen, kleine Ursachen kleine Wirkungen« auch hier gelte. Wenn daher bei kleineren Bewegungen unseres Auges oder unserer tastenden Glieder solche Empfindungen nicht bemerkt werden, so wird dies zum Theil eben darin seinen Grund haben, dass wir diese Empfindungen ganz auf die vorgestellten räumlichen Lageänderungen beziehen, gerade so wie wir bei den gewöhnlichen schwachen Tastberührungen in der Regel nicht darüber reflectiren, dass es Tastempfindungen sind, die wir wahrnehmen, sondern die Empfindungen direct auf die betasteten Gegenstände selbst übertragen, indem wir sie als deren Eigenschaften auffassen. Gibt man aber zu, dass bei umfangreicheren Bewegungen sicher, bei minder umfangreichen bis zu einem bestimmten Schwellenwerthe herab mindestens sehr wahrscheinlich begleitende Druck- oder Spannungsempfindungen vorhanden sind, deren Intensität mit dem Umfang der Bewegung zunimmt, so ist es offenbar nicht mehr erlaubt anzunehmen, die Vorstellungen von den Stellungen und Bewegungen unseres Auges seien so zu sagen »reine« Vorstellungen, die ohne jede ihnen anhaftende Empfindung in uns liegen, — jedenfalls bei grösseren, sehr wahrscheinlich aber auch bei kleineren Bewegungen sind sie von Druckempfindungen

Hierbei muss jedoch ausdrücklich bemerkt werden, dass die entwickelte Annahme nichts weiter als eben jene feste Association zwischen der die Bewegung begleitenden Empfindung und der bei der Bewegung durchmessenen Raumgrösse in sich schliesst. Mehr als diese Annahme wird durch die bei den geometrisch-optischen Täuschungen sich darbietenden Erscheinungen nicht gefordert Wie ein solches Herüberwirken einer Empfindungsstärke auf eine vorgestellte Raumgrösse überhaupt möglich sei, diese und andere Fragen mehr, die dem allgemeinen Problem der räumlichen Wahrnehmung angehören, haben mit der Erklärung der Täuschungen an sich zunächst nichts zu thun. Wohl aber bringt die Analyse dieser Täuschungen auch jenem allgemeineren Problem einen wichtigen, in den meisten sowohl nativistischen wie empiristischen Theorien des Sehens ausser Acht gebliebenen Gesichtspunkt entgegen. Die Gesichtswahrnehmung ist, wie am einleuchtendsten die Wechselbeziehungen zwischen Grössentäuschungen und perspectivischen Vorstellungen gezeigt haben, überall ein Product zweier physiologischer Bedingungen: des Netzhautbildes und der Blickbewegungen. Erinnern wir uns nun, dass die Täuschungen nicht Veränderungen an einem zuvor gegebenen Wahrnehmungsinhalte, wie die rein psychologischen Theorien fälschlich voraussetzen, sondern dass sie Eigenschaften des Wahrnehmungsinhaltes selbst sind, so wird von vornherein gesagt werden müssen, dass keine Theorie der Gesichtswahrnehmungen den Erscheinungen genügen kann, die entweder das Netzhautbild allein oder, wenn der Ausdruck gestattet ist, das »Bewegungsbild« allein berücksichtigt, statt sich auf eine Analyse der Einflüsse und der thatsächlichen Beziehungen beider zu stützen.